



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la
Productividad en el Área de Mantenimiento de
la Empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR: (0000-0001-7264-6466)

Jean Carlos Otero Lora

ASESOR: (0000-0002-9529-9310)

Mg. Ing. Romel Darío Bazan Robles

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **Jean Carlos Otero Lara**, cuyo título es: **"APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MAQUIPERU S.A., SAN LUIS 2019"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12 (doce).

San Juan de Lurigancho, 10 de julio del 2019

.....
 Dr. Robert Julio Contreras Rivera
 PRESIDENTE

.....
 Dra. Luz Gabriela Sánchez Ramírez
 SECRETARIO

.....
 Dr. Javier Francisco Panto Salazar
 VOCAL

 Babero	 Dirección de Investigación	Revisó	 Representante del SGC	 Aprobó Viceministro de Investigación
---	---	--------	--	---

Dedicatoria

La presente tesis lo dedico, a mi madre Carmen Lora de Otero, aunque hoy no esté entre nosotros siempre la tengo en mi corazón, a mi padre Ricardo Otero Gonzales por su apoyo incondicional, a mis hermanos Mario Alberto y Blanca Yulissa que siempre me animan a luchar por objetivos, también a mi pequeño hijo Benjamin quien me motiva a seguir escalando profesionalmente, y a mi incondicional amiga, confidente y compañera Mayra Romani Chiclla que me da la fortaleza para tener el equilibrio que necesita mi familia.

Agradecimientos

A Dios, a mis compañeros de trabajo que aportaron su experiencia y conocimientos, en especial al Ing. Calos Recavarren Barrenechea que deposito su confianza y me facilito la información para la recolección de datos, también un agradecimiento especial al Mg. Ing. Romel Darío Bazan Robles y la Dra. Ing. Luz Sánchez Ramírez por su dedicación en guiarme y asesorarme, a todos los profesores que participaron en mi formación universitaria y a la Universidad Cesar Vallejo que me dio la oportunidad de cumplir una de mis metas.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Jean Carlos Otero Lora con DNI N.º 43619748, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de julio de 2019



Jean Carlos Otero Lora
DNI: 43619748

Presentación

Distinguido Señores Miembros del Jurado:

Siguiendo el cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, se presentó ante ustedes la tesis titulada Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la Productividad en el Área de Mantenimiento de la Empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2019; la misma que someto a vuestra consideración esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

La presentación de la tesis comprende de 6 capítulos que se informa a continuación, el capítulo 1 describe la teoría de diferentes autores relacionando el tema, las justificaciones son práctica, metodológica y económica y los objetivos tanto general como específicos; ya en el capítulo 2 se explican los métodos que se usaron para la investigación que comprende el tipo aplicada, también la unidad de análisis, la población, tipo de muestra probabilística o no probabilística. Asimismo las técnicas de observación e instrumentos con hojas de registro para la recolección de información, siguiendo con el capítulo 3 describe un resumen de la empresa, enfocado en sus procesos de estudio para entender los resultados estadísticos descriptivos de las variables independientes y dependientes, también el análisis estadístico inferenciales; pasando al capítulo 4 se discuten los antecedentes y los resultados obtenidos del estudio para dar respuesta a las hipótesis; seguido el capítulo 5 se explicara cuatro conclusiones del objetivos y resultados de indicadores de las dimensiones; ya para terminar el capítulo 6 se invita a tener en cuenta tres recomendaciones para perfeccionar los procesos del servicio de mantenimiento y constantemente mejorar.



Jean Carlos Otero Lora

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	xi
Abstrac	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Trabajos previos	21
Antecedentes Internacionales.	21
Antecedentes Nacionales.	23
Variable Independiente: Mantenimiento centrado en confiabilidad	26
1.4 Formulación del problema	48
Problema general.....	48
Problemas específicos.	49
1.5 Justificación del estudio	49
Justificación práctica.	49
Justificación Metodológica.....	49
Justificación Económica.....	50
1.6 Hipótesis	50
Hipótesis general.	50
Hipótesis específicas.	50
1.7 Objetivos	51
Objetivo general.	51
Objetivos específicos.....	51
II. MÉTODO	52
2.1. Diseño de la investigación	53
2.2. Variables, operacionalización	55
2.2.1. Variables Independiente:	55
Mantenimiento centrado en confiabilidad	55
2.2.2. Variables Dependiente	57
2.3. Población y muestra	59
Población.....	59

Muestra	59
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	61
Técnicas	61
Instrumento	61
2.5. Procedimiento.....	62
Validez y Confiabilidad.....	63
Métodos de análisis de datos.....	64
Aspectos éticos	66
III. RESULTADOS	67
3.1. Situación actual de la empresa	68
3.1.1. Proceso de servicio de alquiler de maquinarias.....	70
Servicio de Alquiler de Maquinarias	71
3.1.2. Actividades críticas del proceso	73
3.2. Desarrollo de la Propuesta de Mejora.....	75
3.3. Análisis descriptivo de la variable independiente	89
3.4. Análisis descriptivo de la variable dependiente.....	93
3.5. Análisis estadístico inferencial de la variable dependiente	97
IV. DISCUSION.....	107
V. CONCLUSIONES	112
VI. RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS.....	116
ANEXOS.....	121

Lista de Tablas

Tabla 1 Resultado del seguimiento de problemas en el área de mantenimiento	16
Tabla 2 Cálculo de porcentajes acumulativos.....	16
Tabla 3 Validez de instrumentos por el juicio de expertos	64
Tabla 4 Grupo de revisión RCM	77
Tabla 5 Hoja de Información: Sistemas y Subsistemas funcionales del montacargas ERP035VT ..	83
Tabla 6 Hoja de Información: MFE de falla del montacargas ERP035VT	84
Tabla 7 Hoja de Decisión: Criticidad de Efectos de falla del montacargas ERP035VT	85
Tabla 8 Hoja de Decisión: Tareas proactivas y a falta de tareas para el montacargas ERP035VT ..	86
Tabla 9 Programa de tareas proactivas y a falta de tareas	87
Tabla 10 Mantenimientos predictivos y preventivos	87
Tabla 11 Horas promedio de confiabilidad.....	89
Tabla 12 Horas promedio de mantenibilidad.....	90
Tabla 13 Porcentaje de Disponibilidad.....	92
Tabla 14 Porcentaje de Eficiencia	93
Tabla 15 Porcentaje de Eficacia	95
Tabla 16 Porcentaje de Productividad	96
Tabla 17 Cuadro de tipo de datos	98
Tabla 18 Resultado de procedimiento de datos	98
Tabla 19 Desviación de normalidad	98
Tabla 20 Validación de hipótesis específica de la eficiencia	99
Tabla 21 Prueba de hipótesis Wilconxon	100
Tabla 22 Resultado de procedimiento de datos	101
Tabla 23 Desviación de normalidad	101
Tabla 24 Validación de hipótesis específica de la eficacia	102
Tabla 25 Prueba de hipótesis Wilconxon	103
Tabla 26 Resultado de procedimiento de datos	103
Tabla 27 Desviación de normalidad	104
Tabla 28 Validación de hipótesis específica de la productividad.....	105
Tabla 29 Prueba de hipótesis Wilconxon	105

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de Pareto – Causas de baja productividad en el Área de Mantenimiento	18
Figura 2. Diagrama Ishikawa – Baja Productividad del Área de Mantenimiento	20
Figura 3. Hoja de Trabajo Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	41
Figura 4. Organigrama de la Empresa Maquiperu S.A. 2019	69
Figura 5. Flujo del Servicio de Alquiler de Maquinarias	70
Figura 6. Diagrama de Flujo del Proceso: Servicio de Alquiler de Maquinarias	72
Figura 7. Diagrama de Operaciones del Servicio de Alquileres	73
Figura 8. Resumen de Valorizaciones de San Luis.....	74
Figura 9. Montacarga Eléctrico y sus Componentes Internos.....	75
Figura 10. Tiempo de Paradas de los Montacargas Eléctricos de Jul a Dic 2018.	76
Figura 11. Formato de Evaluación	78
Figura 12. Índice de Confiabilidad a los Montacargas ERP035VT	89
Figura 13. Índice de Mantenibilidad a los Montacargas ERP035VT	91
Figura 14. Índice de Disponibilidad a los Montacargas ERP035VT	92
Figura 15. Índice de Eficiencia al Área de Mantenimiento.....	94
Figura 16. Índice de Eficacia al Área de Mantenimiento.....	95
Figura 17. Índice de Productividad al Área de Mantenimiento	97

Resumen

La elaboración del presente estudio llamado “Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis 2019”, se interesa en resolver las diferentes causas que producen problemas en el servicio de alquileres de montacargas eléctricos que brinda la empresa Maquiperu S.A. aun un determinado cliente, presentando como alternativa de solución y poniendo en práctica la metodología RCM, capacitando y cultivando al personal que mantiene y conserva los activos tangibles con los conceptos básicos y principales para poder identificar y analizar las con hojas de información de los sistemas y subsistemas y hojas de decisión donde se identifican las causas y efectos de los montacargas eléctricos críticos.

El primer paso es definir el objetivo, en nuestro caso es determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019, luego consideramos el método de la investigación clasificándolo de la siguiente manera; tipo de estudio es aplicada ya que se pone en práctica los conocimientos científicos para solucionar un problema, el nivel es descriptivo y explicativo y el enfoque cuantitativo, por otro lado, el diseño es experimental cuasiexperimental con un alcance longitudinal medido con 26 semanas antes y 26 semanas después, donde se define que la muestra es igual a la población ya que es no probabilístico. Por otro lado, la técnica para la recolección de información a utilizar es la observación, donde se comprueba y describe los sucesos en una hoja de registro (orden de trabajo) que viene a ser el instrumento. Adicionalmente se da por discernir la investigación con la validación de instrumentos a la opinión de expertos.

La información recolectada se trató y analizó con el programa estadístico SPSS versión 25 empleado en las ciencias sociales y aplicadas, que tuvo como resultado coherente en las discusiones y teniendo como conclusión que la productividad en el área de mantenimiento elevo su valor favorablemente con un 29.71%

Palabras claves: Confiabilidad, productividad, mantenimiento.

Abstrac

The elaboration of the present study called " Application of reliability centered maintenance improves the productivity of the maintenance area of the company Maquiperu SA San Luis 2019", is interested in solving the different causes that cause problems in the electric forklift service. Leases offered by the company Maquiperu SA, including a specific client, presenting as an alternative solution and putting into practice the RCM methodology, training and training the staff that maintains and conserves the tangible assets with the basic and main concepts to identify and analyze. the information sheets of the systems and subsystems and the decision sheets where the causes and effects of the critical electric forklifts are identified.

The first step is to define the objective, in our case it is to determine to what extent the application of reliability centered maintenance improves productivity in the maintenance area of the company Maquiperu SA, San Luis 2019, then we consider the research method classifying it as follows; type of study is applied since scientific knowledge is put into practice to solve a problem, the level is descriptive and explanatory and the quantitative approach, on the other hand, the design is experimental quasi-experimental with a longitudinal length measured with 26 weeks before and 26 weeks after, where it is defined that the sample is equal to the population since it is not probabilistic. On the other hand, the technique for collecting information to be used is observation, where the events are checked and described in a record sheet (work order) that becomes the instrument. Additionally, the investigation is distinguished by the validation of instruments to the opinion of experts.

The information collected was treated and analyzed with the statistical program SPSS version 25 used in the social and applied sciences, which had a consistent result in the discussions and with the conclusion that productivity in the maintenance area raised its value favorably with 29.71%.

Keywords: Reliability, productivity, maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La información a nivel mundial según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2019), sostuvo un indicador de crecimiento estable que mantuvo la economía mundial en el 2018 con un 3,1 % por la aceleración producida en cambios políticos fiscales en el país de los Estados Unidos de América, esto hizo frente a la caída de ritmo del crecimiento de otras economías notables. Se proyecta que el movimiento de la económica mundial se extenderá a un ritmo sostenido del 3 % para el 2019, pero el vestigio es un crecimiento de probable de alcanzar su punto máximo. Por otro lado, el crecimiento de la producción industrial a nivel mundial y los volúmenes del comercio en mercancías viene reduciendo desde los inicios de 2018, especialmente en los sectores de bienes intermedios y los de capital en los que el intercambio comercial tiene un peso revelador o significativo.

Asimismo, ONU (2019) mencionó, en medio de un entorno externo desafiante, se prevé que América Latina y el Caribe tengan un repunte modesto del crecimiento en 2019-2020. Esto después de un pobre desempeño en 2018, en el que las debilidades de varias de las grandes economías (incluidas las de Argentina, Brasil y la República Bolivariana de Venezuela) afectaron el crecimiento de la región. Se espera que el PIB agregado aumente un 1,7 % en 2019 y un 2,3 % en 2020, frente al 1,0 % estimado en 2018.

Por otro lado, a nivel nacional el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), indicó, en marzo del 2019 la producción creció un 3.19%, esto es favorable para varios sectores productivos como sector de pesca, manufactura, comercio, construcción, servicios prestados y electricidad, agua, gas. La producción nacional en el periodo enero-marzo de 2019 creció en 2,28% y durante los últimos doce meses, abril 2018 - marzo 2019, alcanzó un crecimiento de 3,77%.

Maquinarias y Equipos del Perú S.A. es una mediana empresa dedica a la comercialización de maquinarias para la minería, construcción, transporte, industria y agrícola. Parte de su estrategia comercial es brindar servicios de arrendamiento de montacargas duales y eléctricos. Para preservar la fuerte inversión de activos físicos arrendados cuenta con un área responsable del mantenimiento y conservación que programa los mantenimientos preventivos según los parámetros del fabricante ejecutado por personal técnico. Las maquinarias son parte fundamental para la

producción de nuestros clientes ya que planifican la carga, descarga, traslado y apilamiento de sus materias, insumos o productos terminados. Actualmente en el área de mantenimiento se ha observado que las máquinas asignadas bajo su responsabilidad para el buen funcionamiento, han comenzado a presentar fallas inesperadas, en diferentes sistemas; eléctricos (focos no prenden, batería descargada), hidráulicos (mangueras presentan fuga de aceite, no activan los controles de levante), transmisión (fuga por retenes de semiejes), entre otras fallas.

Se ha analizado que no se están cumpliendo los mantenimientos preventivos dentro de lo programado, ocasionando deterioros en repuestos, elevando el costo de mantención y reduciendo la vida útil de los activos. Por otro lado, la falta de herramientas o equipos adecuados para diagnóstico, también la falta de personal técnico capacitado para atender las constantes averías reportadas por nuestros clientes, la planificación de los mantenimientos no es supervisada ocasionando incumplimientos en las reparaciones dejando trabajos pendientes y trabajos mal ejecutados, los indicadores operativos son escasos para medir las fallas potenciales y tratar de minimizar las observaciones, los métodos de mantenimiento son empíricos, con esta premisa se quiere analizar los problemas presentes del área de mantención de activos tangibles de la empresa Maquiperu S.A. y para tener una información objetiva se ha utilizado el diagrama de Pareto con el fin de identificar los potenciales problemas. El primer paso, realizar un listado de los potenciales problemas en el área de mantenimiento estudiados en cuatro semanas dentro de las cuarenta y ocho horas de la jornada laboral para medir la frecuencia que ocurre cada problema, de la misma, da como resultados considerados en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Resultado del seguimiento de problemas en el área de mantenimiento

Ítem	Lista de Problemas	Frecuencia en Semanas				Total
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	
1	Mantenimiento mal ejecutado	1	1	1	0	3
2	Falta de repuestos	1	1	0	2	4
3	Falta de equipos de diagnóstico	1	1	1	1	4
4	Técnicos no capacitados	1	0	0	1	2
5	Mantenimientos fuera de periodo	3	5	5	4	17
6	Inadecuada Planificación	3	5	5	4	17
7	Repuestos mal seleccionados	1	0	0	0	1
8	Gestión de mantenimientos empírico	1	1	1	1	4
9	Escasez de indicadores de mantenimiento	1	4	4	2	11
10	Falta de espacio en taller	0	0	0	1	1
11	Falta de iluminación	0	0	1	0	1
12	Fallas frecuentes de montacargas	6	7	6	6	25
Total		18	10	17	16	90

El segundo paso se calcula y ordena el porcentaje acumulado de los distintos problemas como se representa en la Tabla 2.

Tabla 2

Cálculo de porcentajes acumulativos

Lista de problemas	Total	N° Frec	% Acum
Fallas frecuentes de montacargas	25	28%	28%
Mantenimientos fuera de periodo	17	19%	47%
Inadecuada Planificación	17	19%	66%
Escasez de indicadores de mantenimiento	11	12%	78%
Falta de repuestos	4	4%	82%
Falta de equipos de diagnóstico	4	4%	87%
Gestión de mantenimientos empírico	4	4%	91%
Mantenimiento mal ejecutado	3	3%	94%
Técnicos no capacitados	2	2%	97%
Repuestos mal seleccionados	1	1%	98%
Falta de espacio en taller	1	1%	99%
Falta de iluminación	1	1%	100%
Total	90	100%	

Para finalizar se realiza el diagrama de Pareto que según Montilla (2016), sostiene que:

Se conoce como la regla de 80/20. El concepto define que, si tienes un problema con muchas causas, se puede interpretar que el 20 % de estas causas solucionan el 80% del problema y el 80% de las razones solo resuelven el 20% de la problemática. En este sentido, el análisis de Pareto es una técnica que disgrega los “pocos vitales” que son pocos problemas, pero importantes de los “muchos triviales” que son muchos problemas sin importancia. Esta gráfica de Pareto es empleada para reparar gráficamente los aspectos significativos de un problema de los triviales, de manera que el equipo de trabajo sepa hacia dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. (p. 105)

Tomando esta referencia, se ilustra el Figura 1 donde fácilmente se puede apreciar que el 78% de los problemas se generan en las fallas inesperadas, mantenimiento fuera de periodo, inadecuada planificación y escasez de indicadores que representan los cuatro causas de pocos vitales, en resumen, se debe reducir los problemas más significativos. El resultado se analiza y se llega a la conclusión que el principal problema es el incumpliendo de los mantenimientos dentro de lo programado según el manual del fabricante quiere decir que el área de mantenimiento no está siendo productiva en cumplir sus objetivos de los programas de mantenimientos ya que la prioridad es mantener las máquinas operativas utilizando los recursos necesarios.

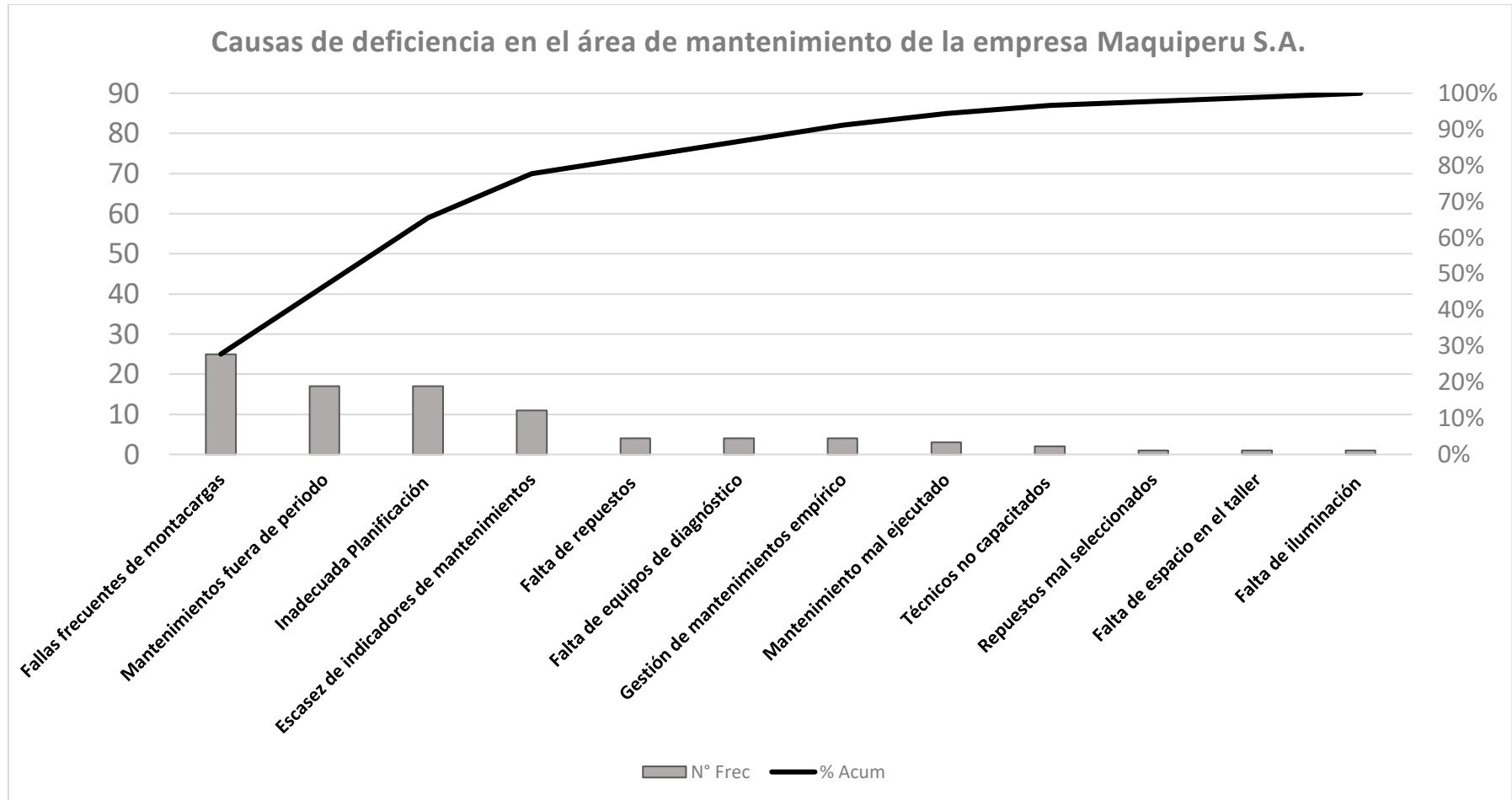


Figura 1. Diagrama de Pareto – Causas de baja productividad en el Área de Mantenimiento

Es importantes mencionar que: “Un análisis de Pareto se puede complementar si se desea con un análisis del tipo diagrama de Ishikawa o espina de pesaco, el cual permitirá determinar la causa última de las causas vitales” (Montilla, 2016, p. 108). El autor mencionó que para perfeccionar el diagrama de Pareto se puede implementar con el diagrama de Ishikawa para examinar detalladamente las pocas razones importantes y determinar la causa raíz.

Se ha ilustrado en el Figura 2 el diagrama de Ishikawa que según Montilla (2016), menciona:

Es una herramienta que permite identificar las causas- raíz (causas últimas) de un problema, bien sea en un proceso productivo, en una máquina / equipo o en una empresa prestadora de servicios El diagrama causa - efecto permite ubicar las causas raíz del problema, en función de la participación (de manera lógica y concisa) de los diferentes factores que intervienen en el proceso (p.108). El autor dijo que para identificar la razón principal del problema sea de un producto o servicio, la herramienta a usar es el diagrama de causa efecto o conocido también como diagrama de Ishikawa que determina lógicamente la ubicación del principal problema.

Tomando como base lo descrito se tiene como efecto la baja productividad en el área de mantenimiento, en el diagrama de Ishikawa respectivo podría resultar en las causas menores que provocan las causas mayores:

De mantenerse una productividad baja en los servicios de mantenimiento la empresa corre el riesgo de tener sobrecostos operacionales, comprometiendo tiempos logísticos y administrativos, asumiendo penalidades por incumplimiento de contrato, afectando la rentabilidad y futuras negociaciones pues para nuestros clientes las maquinas arrendadas son herramientas vitales de su producción. La presente tesis tiene como propósito la aplicar la metodología de mantenimiento RCM al área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. y mejorar la productividad. Adquiriendo posibles soluciones que permita a la empresa fortalecerse a fin de lograr los beneficios deseados (disponibilidad de las máquinas, satisfacción del cliente, cuidando de seguridad, el medio ambiente y mantenerse en el mercado).

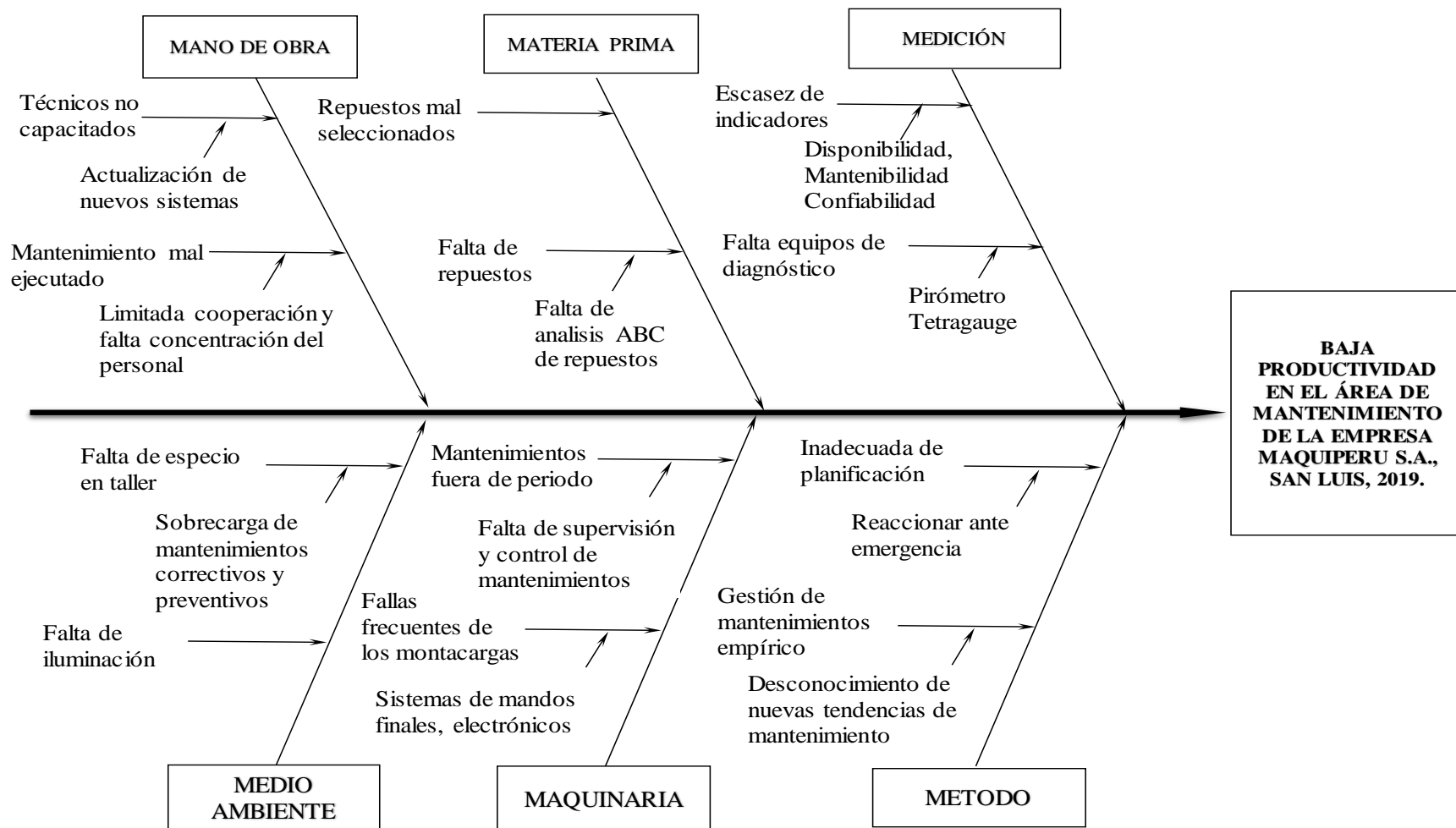


Figura 2. Diagrama Ishikawa – Baja Productividad del Área de Mantenimiento

1.2 Trabajos previos

Antecedentes Internacionales.

Rodríguez (2016) su tesis titulada: Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para maquinaria pesada de construcción Maracaibo – Venezuela. Desarrollado en la Universidad del Zulia. Ha tenido como objetivo general la propuesta del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para maquinaria pesada de construcción en el estado Zulia. Estudio de enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo, diseño no experimental transeccional.

El autor concluyó afirmando que, la recolección de información permitió estructurar la clasificación de maquinaria pesada en 3 activos: Excavadoras, cargadores frontales y bulldozer. A partir de la recopilación de documentación se compararon los registros de falla de los diferentes equipos, encontrándose que el sistema mecánico-motriz representa un 32.76% de las fallas presentadas; mientras que los sistemas eléctricos y estructurales, representan un 21.89 y 20.46% respectivamente. En un tercer rango aparecen las fallas funcionales asociadas al sistema hidráulico con un 12.25%. Los sistemas mencionados totalizan un 87.36% de la muestra de equipos estudiados y a ellos se circunscribió el análisis del presente estudio, manteniendo la premisa de analizar únicamente aquellos activos y sub-activos relevantes para la operatividad de la maquinaria pesada.

Gonzales (2016) su tesis titulada: Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipo ferroviario limpia vías rock – loader, de la unidad Quebrada Teniente Codelco Valdivia – Chile. Desarrollado en la Universidad Austral de Chile. Tuvo como objetivo proponer la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipo ferroviario limpia vías rock – Loader. Estudio de enfoque cuantitativo.

El autor concluyó afirmando que, al aplicar una nueva técnica de mantenimiento en una empresa, presenta una serie de dificultades, ya que se deben modificar costumbres, procedimientos, formas de actuar. Generalmente las tareas de mantenimiento al ser practicadas durante largos tiempos son aceptadas por el personal como naturales o como la única solución. Por esta razón algunas técnicas de

mantenimiento tardan en funcionar de la forma esperada o simplemente fracasan. Durante el desarrollo de este trabajo, se pudo comprobar que la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad, busca dar rápida respuesta a los requerimientos de mantención que posee un equipo especialmente si no se sabe acerca de su funcionamiento.

Gandur (2017) en su tesis titulada: Adaptación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en un sistema crítico de aire acondicionado de la clínica universitaria Bolivariana. Su objetivo general fue dar a conocer como implementar la metodología RCM, como redujo tiempos de paradas y ahorro dinero en la aplicación del estudio. Teniendo esta herramienta que permite desarrollar con efectividad el ahorro de costos. Empleó la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva. Busca implementar y describir las situaciones del antes y después.

El autor concluyó que al aplicar el AMFE a los equipos se logró identificar las acciones que reducen o eliminan la probabilidad de que ocurra una falla, que impacte en la confiabilidad y disponibilidad de cada uno de los componentes evaluados, generó un conocimiento detallado del sistema en el personal a cargo jefe de mantenimiento, técnico refrigeración; y así ayudará a disminuir las fallas de cada una de los equipos con respecto a los mantenimientos correctivos realizados en la institución y contribuyó a las mejoras de las condiciones de confort en los servicios que son requeridas por la normatividad existente.

Álvarez (2017) en su tesis titulada: Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca. Desarrollado en la Universidad Politécnica Selesiana – Ecuador. Su objetivo general fue realizar un mantenimiento adecuado basándose en la criticidad de las unidades, teniendo así vehículos seguros que se prestan a ser fiables para el personal de la institución y pacientes. Empleó la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva con un enfoque cuantitativo.

El autor concluyó que al poner en práctica la metodología RCM; se ha podido determinar un nuevo plan de mantenimiento que permitió reducir de la tasa de fallos

en las maquinarias de emergencia. Se analizaron 257 tipos de modos de fallas correspondientes a 28 unidades de emergencia, con esta información se logró definir actividades preventivas, donde 27 de ellos resultaron ser de mayor criticidad. Asimismo, se obtuvo vehículos confiables y reduciendo los costos de mantenimiento de las unidades.

Bakke (2018) en su tesis titulada: Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) del ferry de pasajeros autónomo en Trondheim. Desarrollado en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología. Tuvo como objetivo general adaptar el RCM y usarlo para el ferry de pasajeros autónomo en Trondheim, definir la lógica de decisión de RCM. Luego analizar y derivar la estrategia y plan de mantenimiento. Siguiendo con las recomendaciones sobre qué datos de fallas y mantenimiento se deben registrar para mejorar la base de decisión durante la operación.

El autor concluyó detectando 100 modos de falla analizadas. Donde la mayoría de ellos se evalúan como modos de falla ocultos, lo cual es un efecto de la situación no tripulada. El análisis realizado es conservador, con un área estrecha aceptable para el índice de riesgo. Más del 50% de los modos de falla se encuentran en el área inaceptable, por lo que muchas de las tareas de mantenimiento asignadas son de mantenimiento preventivo. Se propone tener un monitoreo en tiempo real a través de la estación en tierra para los componentes que son cruciales para el ferry, como los algoritmos de control y los sensores de navegación. Solo el 19.6% de los modos de falla están asignados a ejecución a falla. Estos son componentes y sistemas que no son críticos para el activo.

Antecedentes Nacionales.

Ortiz (2015) en su tesis titulada: Implementación de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral de la compañía minera Milpo, unidad El Porvenir. Desarrollado en la Universidad Nacional de Ingeniería. Tuvo como objetivo general elaborar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, para aumentar el tiempo medio entre fallas (MTBF) de los equipos que conforman el sistema de izaje de mineral. Estudio de enfoque cuantitativo.

El autor concluyó afirmando que la confiabilidad del sistema de izaje logro alcanzar un incremento entre 100 a 120 horas sin fallas, identifico los activos críticos que se encontraban en el sistema de izaje de mineral para aplicar la metodología RCM, benefició los costos de mantenimiento reduciendo de 33,000 a 22,000 dólares por mes y por último incremento su producción de mineral a 42,379 dólares mensuales.

Mejía (2017) en su tesis titulada: Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersa transportes y servicios SRL. Desarrollado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tuvo el objetivo general de presentar la propuesta de un plan de mantenimiento RCM mejorando la productividad de la empresa Ersa Transportes y servicios SRL. El estudio tiene un enfoque cuantitativo.

El autor concluyó que implementando el RCM se logró aumentar la disponibilidad de los activos tangibles son un 16 % más, también se aumentó la productividad en un 7% dejando una utilidad de 43,200 soles mensuales y ahorra en los costos y gastos en 27, 349.46 soles anuales.

Siguas (2018) en su tesis titulada: Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad de cargadores frontales 980H caterpillar. Desarrollado en la Universidad de Ciencias Aplicadas. Tuvo como objetivo general la implementación del RCM influya positivamente en el incremento de la producción del proceso de mezclado en la empresa Impala Terminals Perú. La tesis es de enfoque cuantitativo.

El autor concluyó afirmando que los costos de mantenimientos para las operaciones se ahorraron más de 288,219.00 soles anuales, por otro lado, se neutralizaron las ocurrencias de fallas aumentando a la disponibilidad de los cargadores frontales un 85%. Por otro lado, se obtuvieron 39 nuevas actividades de mantenimiento.

Villanueva (2017) en su tesis titulada: Gestión de mantenimiento basado en confiabilidad de las redes de sub sistemas de distribución eléctrico 22.9/13.2 Kv de San Gabán – Ollachea. Desarrollado en la Universidad Nacional del Altiplano - Puno,

tuvo como objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad para las redes eléctricas del sub sistema de distribución del servicio eléctrico 22.9/13.2 Kv San Gabán – Ollachea. El enfoque de la presente tesis es cuantitativo.

El autor concluyó indicando que los mantenimientos preventivos se deben realizar a las 1109 horas de operación a los conductores de aluminio para obtener una confiabilidad del 85.94%, del mismo modo las franjas de servidumbre deben realizarse a las 658 horas para obtener una confiabilidad de 55,28% ya que serán importantes realizar dichos mantenimientos para las épocas lluviosas y tormentas eléctricas.

Castillo (2017) en su tesis titulada: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad. Desarrollado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tuvo como objetivo general proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C. con el fin de incrementar su productividad de las piezas producidas en el torno, la investigación es de tipo aplicativo cuantitativa con un diseño cuasi experimental.

El autor concluyó que la productividad de la mano de obra/torno determinan la causa principal del problema empleando tiempo para reparar las fallas de la máquina y disminuyendo la producción de las piezas. En resumen, la eficiencia del torno antes fue de 70,6% y con la nueva propuesta toma un aumento de 26,5% esto quiere decir antes producían 47,1 unidades por hora y con la nueva propuesta producirán 56.2 unidades por hora.

Teorías relacionadas al tema

Variable Independiente: Mantenimiento centrado en confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad para Mora (2016) lo definió como:

Es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento, con sus respectivas frecuencias a los activos de un contexto operacional. El RCM es una técnica de organización de las actividades de gestión del mantenimiento, para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos, en función de su diseño y de su construcción. (p. 444)

El autor mencionó que el mantenimiento RCM es un conjunto de tareas organizadas para programar una adecuada administración de mantenimiento según las características y estructuras de los activos en su contexto operacional. El RCM son técnicas para la gestión de los ejercicios de mantenimientos a los activos físicos de las organizaciones y estos desempeñen correctamente sus funciones.

Dimensión 1: Disponibilidad

Por otro lado, una de los indicadores para poder medir es la disponibilidad y Mora (2016) explicó: “Disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que se desea requerido después del comienzo de operación, cuando se usa en condiciones estables” (p. 67). El autor mencionó que la disponibilidad de un activo debe funcionar correctamente en el momento que se necesite para operarlo en el lugar de trabajo.

Dimensión 2: Confiabilidad

Asimismo, Mora (2016) dijo: “La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones de operación, ambientales y del entorno” (p. 95). El autor explicó que la confiabilidad de un equipo dependerá que no tenga fallas frecuentes durante el tiempo que operación. En otras palabras, la confiabilidad de una máquina dependerá la circunstancia en el ejercicio de sus funciones sean cumplidas.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Por último, Mora (2016) indicó: “Se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que un elemento, maquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva” (p.104). El autor mencionó que la mantenibilidad es cuando la maquinaria, activo o bien físico retorna a su operación de trabajo para funcionar correctamente después de una falla o avería que haya presentado.

Del mismo modo otra teoría sobre el mantenimiento centrado en confiabilidad es de Sinfonte y Reyes (2017) que expilaron: “El proceso de RCM se basa en un procedimiento de sentido común con un diagrama de decisión para crear estrategias de mantenimiento para proteger las funciones de los activos. Desde sus orígenes, el RCM se ha utilizado en muchas industrias y en casi todos los países industrializados del mundo.” (p. 25). El autor indicó que es un procedimiento lógico siguiendo un diagrama para tomar decisiones de un plan de mantenimiento mejorando el funcionamiento de las maquinarias que son utilizados en las diferentes industrias del mundo.

Dimensión 1: Disponibilidad

Asimismo, Sinfonte y Reyes (2017) definieron que la disponibilidad:

Es el período de tiempo programado para el que un activo es capaz de realizar su función especificada. Expresa la probabilidad de que un elemento, bajo la influencia combinada de su confiabilidad, mantenibilidad y soporte de mantenimiento, será capaz de cumplir con su función requerida durante un período de tiempo establecido y cuando se le llame para hacerlo. No es necesario que un activo esté en ejecución para estar disponible, siempre y cuando sea capaz de ejecutarse. (p. 37)

El autor indicó que la disponibilidad es la combinación de la confiabilidad y la mantenibilidad que en resumen es el tiempo establecido que un activo funcione correctamente cuando se necesite o el usuario lo requiera, quiere decir que el activo tangible debe estar operativo en un periodo de tiempo.

Dimensión 2: Confiabilidad

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron, “es una medida de la frecuencia del tiempo de inactividad, o significa tiempo entre errores MTBF” (p. 39). El autor indicó que la confiabilidad de una bien físico es el tiempo de inoperatividad o los tiempos que este mismo falle, conocido también como promedio de tiempo entre fallas.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron, "una medida de la capacidad de hacer que el equipo disponible después de que haya fallado, o el tiempo medio de reparación MTTR” (p. 39). El autor indicó que es el tiempo que un equipo regresa a sus operaciones después de una reparación.

Asimismo, la definición del RCM para Galar, Sandborn y Kumar (2017) fue la siguiente explicación:

Las técnicas de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) se aplican a los esfuerzos preventivos y predictivos para optimizar los programas de mantenimiento. Si un activo en particular es sensible al medio ambiente, relacionado con la seguridad o extremadamente crítico para la operación, se eligen las técnicas de PM / PDM apropiadas. (p. 242)

Los autores explicaron que la técnica del RCM se pone en práctica y con gran énfasis a los planes y programas de mantenimiento activando acción a los mantenimiento preventivos y predictivos para sus bienes. El método RCM presenta un esfuerzo en prevenir impactos ambientes, minimizar riesgos que ocasionen algún peligro.

Dimensión 1: Disponibilidad

Según Galar et al. (2017) dijeron:

La disponibilidad de un artículo representa el porcentaje de tiempo que está disponible para llevar a cabo su actividad. El índice de disponibilidad se denomina "rendimiento del equipo" y se puede calcular como la proporción del tiempo de operación total de cada artículo y la suma de este tiempo con el tiempo total de mantenimiento en el período considerado. (p. 209)

Los autores dijeron que una máquina está disponible cuando demuestra una proporción en el tiempo de cumplir o rendir cierta actividad en determinado tiempo.

Dimensión 2: Tiempo medio para reparar

Galar et al. (2017) dijeron, “esta es la relación entre el tiempo de intervención correctiva total en un conjunto de elementos con error y el número total de errores detectados en esos elementos en un período observado” (p. 209). Los autores manifiestan que el tiempo medio de remediar un daño o avería de un sistema es la conexión entre las observaciones, errores o equivocaciones de un equipo en un periodo de tiempo.

Dimensión 3: Tiempo medio para fallar

Galar et al. (2017) dijeron: “Esta es la relación entre el tiempo total de funcionamiento de un conjunto de elementos no reparables y el número total de errores detectados en esos elementos en el período observado” (p. 209). Los autores explicaron que el tiempo medio entre fallas no es más que la conexión que existe cuando un sistema, equipo o activo físico se encuentran en una intervención mecánica por haber fallado, el mismo debe de ser dividido con el número de veces que se ha localizado un error o parada.

Dimensión 4: Costo de mantenimiento de facturación

Galar et al. (2017) mencionaron: “Es la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación por mantenimiento durante un período determinado. Este índice es fácil de calcular porque los valores tanto del numerador como del denominador son procesados normalmente por el Departamento de contabilidad” (p. 219). Los autores explicaron que es un enlace entre el registro de facturar los mantenimientos de los periodos trabajados y los costos totales que ingresaron para el mantenimiento. Este indicativo se puede contabilizar.

Dimensión 5: Costo de mantenimiento para el reemplazo

Galar et al. (2017) definieron:

esta es la relación entre el costo acumulado total de mantener un determinado equipo y el precio de compra del mismo equipo (valor de reemplazo). Este índice debe calcularse para los elementos más importantes de la empresa (es decir, los

que afectan a la facturación, la calidad del producto o los servicios, la seguridad y el medio ambiente). (p. 210)

Los autores dijeron los costos de un mantenimiento por reemplazo de una máquina es definitivamente la relación o conexión entre los costos de mantenimiento del bien con el precio real comprado del mismo bien referente al valor del mercado.

Montilla (2016) explicó: “Es una filosofía de gestión de mantenimiento que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definida” (p.155).

El autor indicó que el mantenimiento RCM es una reflexión sobre una propiedad de los mantenimientos consiguiendo una situación óptima de operación en su organización, de otro modo es la gestión definida de mantenimiento en la situación de trabajo bajo condiciones de trabajo normal.

Dimensión 1: Disponibilidad

Montilla (2016) dijo: “Capacidad de una maquina/equipo de llevar a cabo con el éxito la función requerida, durante un tiempo determinado, en unas condiciones específicas” (p. 97). El autor indicó que la disponibilidad de una máquina es que su funcionamiento se lleve con éxito en un tiempo definido y en las condiciones normales de trabajo. En este sentido un activo físico esta disponible cuando cumple sus funciones según su capacidad requeridas por el usuario en un determinado periodo de trabajo.

Dimensión 2: Confiabilidad

Montilla (2016) dijo: “Probabilidad de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa a través del Tiempo Promedio entre Fallas TPEF” (p. 97). El autor indicó que la confiabilidad de una máquina dependerá que no falle cuando este trabajando.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Montilla (2016) dijo: “Probabilidad que una maquina/equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un periodo de tiempo dado, cuando el mantenimiento es ejecutado de acuerdo con procedimientos pre establecidos. Se puede evaluar a través del tiempo promedio para reparar TPPR” (p. 156). El autor mencionó que la

mantenibilidad de una máquina es el tiempo promedio que retorna a su operación después de una reparación, quiere decir que cuando una maquinaria esta en estado de reparación por alguna falla se toma el tiempo de este hasta que retorne operativo, ha esto estado se le conoce como mantenibilidad.

Gonzales (2015) explicó: “Una de las técnicas organizativas más actuales para aplicar en mantenimiento y mejorar significativamente sus resultados es la del mantenimiento centrado en la confiabilidad” (p.98). El autor argumentó que el mantenimiento RCM al ponerlo en práctica en una organización mejora los resultados reflejados en los activos tangibles cumpliendo correctamente sus funciones operativas.

Dimensión 1: Disponibilidad

Gonzales (2015) dijo: “La disponibilidad como porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento frente al parque total de equipos o sistemas” (p. 67). El autor indicó que la disponibilidad es la posibilidad de asegurar un servicio solicitado de un bien físico o sistema en el momento que se requiera. Estos equipos deben estar en óptimas condiciones de funcionamiento cada vez que el usuario lo necesite.

Dimensión 2: Confiabilidad

Gonzales (2015) dijo: “Se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión puede realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería” (p. 66). El autor indicó que la confiabilidad es una posibilidad que la maquinaria funcione en un tiempo sin que falle o aparezca un desperfecto. Asimismo, una máquina o bien es confiable cuando ocurre menor cantidad de fallas en el tiempo.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Gonzales (2015) dijo: “Se define mantenibilidad como la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado” (p. 66). El autor definió que la mantenibilidad es cuando una máquina funciona vuelve a funcionar después de un desperfecto o falla. Asimismo, la mantenibilidad es el tiempo que demanda reparar un activo físico y este vuelva a trabajar en óptimas condiciones funcionales.

Campell y Reyes (2015) explicaron:

El mantenimiento centrado en confiabilidad en concreto, es un método para determinar la Directiva de mantenimiento más adecuada para cualquier activo físico dado en su contexto operativo actual. El RCM no es una manera de hacer el mantenimiento, y no es lo mismo que el mantenimiento basado en la condición (CBM), aunque éstos son dos malinterpretaciones comunes. Se trata de un método de análisis, toma de decisiones y seguimiento que debe utilizarse para captar y documentar los conocimientos de las operaciones de las futuras generaciones de beneficios de los comerciantes. (p. 267)

El autor explicó que el RCM es un método donde puedes tomar decisiones para definir una cierta condición acomodada para un mantenimiento de una cierta máquina, mas no es una forma de realizar una actividad de mantenimiento y tampoco similar al mantenimiento basado en su condición. Por ello el RCM trata de conocer las características o su estado de los activos físicos para poder tomar una decisión coherente con un cierto control documentario y auditoria constante.

Dimensión 1: Disponibilidad

Campell y Reyes (2015) dijeron, “Es la proporción de tiempo que un activo está disponible para su uso” (p. 265). El autor dijo que la disponibilidad cuando una maquinaria está vacante para algún fin considerado en un periodo determinado para ejecutar una acción.

Dimensión 2: Confiabilidad

Campell y Reyes (2015) dijeron, “Es la probabilidad de que cualquier activo sobreviva durante un período de tiempo (o misión) especificado. Como una probabilidad, no tiene ninguna dimensión” (p. 266). El autor explicó que la confiabilidad de un bien físico es la posibilidad que cumpla con su objetivo de seguir operativo durante las tareas asignadas en el tiempo establecido.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Campell y Reyes (2015) dijeron, “Es el período de tiempo promedio que se toma para reparar un activo cuando ha fallado. MTTR se calcula dividiendo el tiempo de reparación total para un número de errores por el número de errores” (p. 266). El autor

señalo que la mantenibilidad se mide con el promedio del tiempo que demanda arreglar una máquina cuando este ha reportado una parada por un defecto a esto se debe dividir la cantidad o número de veces que presento paradas por reparaciones.

Duffua (2013) explicó: “El mantenimiento centrado en confiabilidad es una metodología lógica (...) y hace uso de la herramienta de análisis de modo de falla, efecto y grado crítico” (p. 360). El autor mencionó que la metodología mantenimiento centrado en confiabilidad es examinar detalladamente las causas, motivo o razones que ocurran con los activos físicos, por otro lado, sus efectos que también son producidos por esta misma causa y por último sus consecuencias que pueden traer o arrastrar.

Dimensión 1: Disponibilidad

Duffua (2013) dijo: “Esta es una medida de tiempo de operación o, de manera alterna, una medida de la duración del tiempo muerto, definido como: (tiempo programado menos todas las demoras) / entre tiempo programado” (p. 285). El autor indicó que es un tiempo definido como la duración disponible del equipo, quiere decir que si un bien o máquina está disponible siempre y cuando sus funciones cumplan sus capacidades en un tiempo requerido.

Dimensión 2: Confiabilidad

Duffua (2013) dijo: “Confiabilidad y tiempo medio entre fallas (MTBF). Esta es una medida de la frecuencia de una falla, definida como tiempo de operación/número de fallas” (p. 285). El autor mencionó que la confiabilidad es el número de veces que sucede fallas o consecutivas averías en el tiempo, quiere decir mientras más prolongado o se extienda el tiempo en que ocurren las fallas es más confiable en equipo.

Dimensión 3: Mantenibilidad

Duffua (2013) dijo: “Tiempo medio para la reparación (MTTR), esta es una medida del tiempo que dura la reparación, definido como tiempo muerto por reparación/número de fallas. La mantenibilidad es la probabilidad de realizar la reparación en un tiempo dado o en el MTTR” (p. 285). El autor mencionó que es la

medida que demanda en reponer el bien reparado en su operación en este sentido la mantenibilidad es el tiempo de restauración entre la cantidad de fallas.

Otras teorías relacionadas al RCM

Según Basson (2018) dijo:

La popular metodología RCM II ha existido desde los fines de los 90, pero fue lo que los profesionales llaman enfoque basado en las consecuencias (...) con un pensamiento más moderno, un énfasis en una metodología basada en el riesgo y una alineación con los estándares internacionales de ISO (55000 y 31000). El resultado es una forma más holística, integrada y rigurosa para desarrollar la atención de los activos y las estrategias de mitigación de riesgos para los activos físicos. (p. 5)

El autor indicó que la popular metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad ha sido actualizada en estos últimos veinte ocho años con nuevos lineamientos internacionales midiendo el riesgo económico de sus activos de una empresa u organización.

Mantenimiento

“Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada” (Dounce, 2014, p.21). El autor indicó que es un conjunto de operaciones para conservar y garantizar que los activos físicos, máquinas, equipos o sistemas sigan funcionando con normalidad dentro de sus operaciones o contexto operacional, dando la seguridad a sus usuarios que son el cliente final.

Tipos de Mantenimientos

Mantenimiento correctivo

“Se interviene un equipo una vez que ha ocurrido una falla funcional o que se hace evidente que va ocurrir una falla mayor” (Montilla, 2016, p.30). El autor dijo que se llama mantenimiento correctivo cuando ya ocurrió la falla y necesita ser intervenido para dar solución, normalmente las fallas ocurren inesperadamente produciendo una parada total de una maquinaria pudiendo comprometer a otros componentes del sistema.

Mantenimiento preventivo

“Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla” (Dounce, 2014, p. 37). El autor dijo que el mantenimiento preventivo es importante y de prioridad para asegurar el buen funcionamiento de los equipos o activos físicos y no lleguen a fallar, este mantenimiento preventivo consta de realizar un conjunto de operaciones predeterminados.

Mantenimiento Predictivo

“Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios (sistemas), a través del análisis de síntomas o estimación mediante evaluación estadística, supervisión del funcionamiento y determinación del punto exacto del cambio” (Dounce, 2014, p.37). El autor mencionó que los mantenimientos predictivos también de prioridad y consisten en seguimientos, control y observaciones que se realizan dentro del mantenimiento preventivo como desgaste de piezas o componentes de los distintos sistemas.

Niveles de Mantenimiento

Nivel Instrumentos

Según Mora (2016) definió:

La vigilancia permanente de máquinas durante la operación o el mantenimiento juega un rol importante en los instrumentos avanzados, para detectar fallas o condiciones fuera del estándar. Mediante los instrumentos eléctricos, mecánicos o productos químicos se puede evaluar el estado y la velocidad de corrosión o desgaste en los elementos, sistemas o máquinas. (p. 405)

El autor define que el nivel de instrumentos es aquel que mediante un control estable y programado de los activos físicos durante su periodo de operación crea un seguimiento del estado interno de los mismos que garantiza una prevención de los sistemas del equipo para hallar una posible condición subestándar. Los instrumentos

pueden ser eléctricos (multitester, pirómetro, otros), también pueden ser mecánicos, (calibrador de holguras) o químicos como detector de fisuras.

Nivel Operativo

Asimismo, según Mora (2016) definió:

Trata sobre las posibles acciones mentales que puede desarrollar el hombre sobre las máquinas. Es imprescindible tener en cuenta se habla de mental, porque solo el hombre puede diferenciar si la tarea que se realiza es planeada o no. Si es reparación o es mantenimiento, si es correctiva o modificativa, preventiva o predictiva. (p. 425)

El autor indicó que el nivel operativo de un mantenimiento se refiere directamente al acto del hombre quiere decir que solo el define que es una tarea planificada, una reparación correctiva o modificada, un mantenimiento predictivo o preventivo, en conclusión, el nivel operativo es la intervención física del hombre que aplica un tipo de mantenimiento a una maquinaria.

Nivel Táctico

Por otro lado, según Mora (2016) indicó:

Las tácticas son las diferentes maneras en las que la empresa administra y ejecutan las acciones de mantenimiento en sus plantas de una manera coherente, lógica y sistemática; adoptar una táctica supone la existencia de normas y reglas que dirigen las acciones y tareas de mantenimiento. (p.438)

El autor definió que todo nivel táctico de mantenimiento dependerá directamente de la empresa ya que la misma tomará las decisiones lógicas para actuar frente a la faena de los mantenimientos que necesiten sus activos para conservarlos y tenerlos en operación.

Nivel Estratégico

Sobre el nivel estratégico según Mora (2016) definió:

Es el que permite medir el grado de éxito alcanzado de todo lo que realiza en los tres niveles previos, mediante índices de aceptación mundial y con el uso de metodologías de validez universal que permite valorar la gestión y la operación integral de mantenimiento en una empresa. (p. 495)

El autor dijo que un nivel estratégico de mantenimiento primero se debe cumplir los tres niveles anteriores ya mencionados con esto se puede garantizar una administración en las operaciones que generen valor de mantenimiento a la organización usando metodologías efectivas.

Funciones y parámetros de funcionamiento

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron,

El estándar es muy específico sobre cómo registrar las funciones del activo bajo análisis. Tenga en cuenta que el proceso de RCM es impulsado por el sentido común. Así, el punto de partida lógico para diseñar un mantenimiento o la estrategia de gestión de fallos (o una política de gestión de activos como lo llama el estándar) es entender claramente qué se está demandando del activo. (p. 26)

Los autores explicaron que las funciones de un activo o bien se definen de forma lógica y para ello se debe de considerar por qué y para que esta la máquina es solicitada o exigida, teniendo en cuenta estas cosas se puede extraer conclusiones determinando estrategias de mantenimiento.

Falla Funcionales

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron: “Puede haber fallos funcionales totales o parciales. Esto significa que es posible que el activo no pueda cumplir una función en particular o que pueda realizarlo a un nivel de rendimiento inferior al deseado” (p. 28).

Los autores definieron que la falla funcional es cuando ocurre una pérdida de su función no cumpliendo lo ansiado en un contexto operacional.

Modo de Falla

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron:

El término modo de falla no se escucha con tanta frecuencia como la falla, incluso entre las personas de mantenimiento. Un modo de falla es un evento único, que causa que ocurra una falla funcional, y cada modo de falla generalmente tiene una o más causas. Por lo tanto, debemos realizar una lluvia de ideas sobre todos los eventos posibles que afecten la capacidad de los activos para realizar cada función específica al nivel de rendimiento deseado. (p. 28)

Los autores sostuvieron que un modo de falla es la razón o el origen de acontecer una avería. Cuando sucede este acontecimiento es necesario generar posibles soluciones para mantener la garantía que el activo sea útil en sus funciones.

Efecto de Falla

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron, los efectos de falla cuantifican el "daño" que cada evento de falla en particular puede causar a la planta o la organización. Se recomienda describir "Qué sucede cuando se produce el modo de falla" (p. 29). Los autores afirmaron que los efectos de fallas es el resultado o impacto de una falla que puede acontecer a la empresa, esto producido por el origen de una avería.

Consecuencias de Falla

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron, "Las consecuencias de falla se clasifican en categorías según la evidencia de falla, el impacto en la seguridad, el medio ambiente, la capacidad operativa y el costo" (p. 29). Los autores afirmaron que las consecuencias de fallas pueden ser por riesgo medio ambiental, algún efecto en la seguridad, impacto económico, pérdida o parada en la operación.

Tareas Proactivas

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron:

Son dos tipos de tareas, las de mantenimiento basadas en condiciones, estas tareas están destinadas a detectar fallas potenciales. Dicha detección debe ocurrir lo suficientemente temprano para que se puedan tomar medidas correctivas antes de la pérdida de la función (...) y las tareas de revisión programadas, las tareas de reparación basadas en el tiempo se deben llevar a cabo en función de la vida útil del componente, es decir, el momento en el que la tasa de falla del componente deja de ser constante. (p. 31)

Los autores sostuvieron que las tareas proactivas son clasificados en tareas predictivas basadas en su condición donde se pretende identificar las fallas posibles antes de que ocurran y la otra es la tarea preventiva donde se basa en mantenimientos según la vida útil de los elementos del sistema.

Acciones a falta de

Sinfonte y Reyes (2017) dijeron:

Esta se divide en tres tipos que son, tareas programadas de reemplazo: las tareas programadas de descarte y reemplazo se consideran cuando se demuestra que la sustitución es más rentable que la revisión del artículo (...) las tareas de búsqueda de fallas: estas tareas están destinadas a detectar fallas ocultas asociadas la mayoría de las veces con dispositivos de protección o componentes redundantes(...) y las Tareas de rediseño, a veces, no se pueden encontrar las tareas apropiadas de búsqueda de tiempo, condición o falla para un modo crítico de falla. Entonces, puede ser imperativo que se implementen modificaciones (también llamadas cambios únicos) para abordar adecuadamente las consecuencias de la falla. (p. 31)

Los autores sostuvieron que a falta de no encontrar una falla se puede considerar tres tipos de tareas, la primera es programas de reemplazo, este es necesario al afirmar que es más rentable el reemplazo que la reparación, el segundo es las tareas de rediseño, este se aplica cuando se necesita una variación de un sistema por una falla grave, y la tercera tarea es búsqueda de fallas, son referentes a sistemas de protección.

Asimismo, Sinfonte y Reyes (2017) mencionaron:

Los riesgos de seguridad pueden exponer a los operadores de activos, mantenedores o incluso al público en general a accidentes que afecten su integridad física o incluso que causen la muerte. Los procesos de gestión de consecuencias de seguridad (y / o medioambientales) deben garantizar que los riesgos identificados se eliminen o reduzcan a la probabilidad mínima de ocurrencia o que las consecuencias se mitiguen a un nivel que se considere tolerable. (p. 218)

Los autores sostuvieron que la probabilidad que ocurra un accidente a las personas que trabajan con las maquinarias en su manipulación, manejo o circulen cerca de su zona de trabajo tienen la posibilidad que sufrir alguna consecuencia a su integridad personal que causen lesiones leves o hasta la muerte. Es por ello que la garantía es medir los riesgos utilizando el proceso de gestión de seguridad y medio ambiente, estos son importantes para minimizar el impacto de estas consecuencias.

Proceso de implantación del RCM

Siguiendo la lógica del RCM, antes de empezar a desarrollar sus tareas con los grupos de trabajo, es debe analizar necesariamente a nivel empresarial la implantación de este sistema, que paso a esquematizar a continuación:

Según Gonzales (2015) dijo:

Para ello habrá que comenzar los análisis de fallos funcionales, determinar sus modos de fallos y analizar las causas y los efectos. Ante cada modo de fallo y cada análisis concreto, hay que seleccionar una táctica de mantenimiento preventivo o no hacer nada. Por cada sistema y modo de fallo, hay que culminar con un subsistema complementando una hoja de trabajo RCM como la que se incorpora a continuación a modo de ejemplo (p. 114).

El autor sostuvo que para poner en práctica la hoja de trabajo del mantenimiento centrado en confiabilidad se debe tener claro los objetivos, para ello se deben analizar las fallas o averías, considerar las funciones, las causas de paradas, los efectos de los mismos, luego determinar el tipo de tarea de mantenimiento.

Hoja de trabajo RCM			Código 0133	Revisión 02/28.02.02			
Equipo:	Carretilla eléctrica de transporte interno						
Sistema:	Sistemas de frenos						
Componentes:	Bombines y mordazas de freno de tambor						
Función	Averías y Fallos	Causa	Efecto	Repercusiones			
1. Parar en 10 m. desde una velocidad de 25 Km/h en pavimento seco con 3 cm de accionamiento sobre el pedal	1.1. La distancia es superior a los 10 m. 1.2. El recorrido del pedal es superior al prescrito.	1.1. Desgaste de zapatas de freno. 1.2. Bajo nivel de liquido de freno. 1.3. Incorrecto dibujo de ruedas.	Frenado cada vez más difícil, con mayor recorrido y presión.	Severidad	Frecuencia	Facilidad	Puntuación
				Alta -7	Baja -1	Media -3	.(11)
Operación de Mantenimiento	Programa	Responsabilidad	Comentarios				
A. Comprobar el movimiento del pedal de freno. B. Comprobar nivel de liquido de freno y reponer. C. Comprobar el sistema hidráulico, fugas y desgaste.	* Medir cada 3 meses. * Intervalos de 5000 km.	* Operación de manutención y transporte. * Oficina de mantenimiento si hay que cambiar las pastillas.	* El operador debe hacer estas comprobaciones cada vez que se utilice la carretilla, pues pasan varios días seguidos sin utilizarse.				

Figura 3. Hoja de Trabajo Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

1.3.1 Variable Dependiente: Productividad del área de mantenimiento

Productividad

Mora (2016) definió:

“La productividad en el mantenimiento está más asociada a indicar el número de servicios prestados por unidad de tiempo” (p. 286). El autor indicó que la productividad en el mantenimiento se refiere al cumplimiento de los servicios por un periodo de tiempo. Para ello se debe de considerar principalmente como recurso la mano de obra directa y lo que demande la faena.

Eficiencia:

Asimismo, el autor sostuvo, “Alcanzar las metas definidas como tareas de reparación o de mantenimientos planeados, mediante el empleo de los recursos o factores productivos asignados en cantidad limitada” (p. 289). El autor sostuvo que la eficiencia es realizar los mantenimientos o reparaciones programadas utilizando solo los recursos necesarios, quiere decir que se debe realizar en servicio en el menor tiempo posible, en otras palabras, reducir la cantidad de tiempo para poder realizar la tarea.

Eficacia:

“Realizar las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento” (Mora, 2016, p. 289). El autor indicó que la que la eficacia del mantenimiento es cumplir las tareas de reparación, arreglar lo que está mal estado y también realizar los mantenimientos preventivos y cumplir lo mantenimientos predictivos.

Gupta y Starr (2015) explicaron: “Esta medida de productividad compara la cantidad de bienes o servicios producidos en un período de tiempo (t) y la cantidad de recursos empleados en la entrega de estos bienes o servicios en el mismo período de tiempo” (p. 49). Los autores sostuvieron que la productividad es cotejar la porción de bienes o servicios realizados en un ciclo de duración entre la dosis de capital o medios a invertir en ese mismo periodo de duración.

Eficiencia:

Gupta y Starr (2015) dijeron, bajos costos de producción (denominado productor eficiente sistema) (p. 50). Los autores afirmaron que se es eficiente cuando la fabricación presenta valores mínimos de inversión.

Eficacia:

Gupta y Starr (2015) dijeron, un alto volumen de ventas de clientes (llamado un efectivo sistema de comercialización) (p. 50). Los autores afirmaron que se es eficaz cuando las ventas al comprador llegan a ser considerablemente de magnitud elevada.

“Relación entre la salida generada por un proceso de producción o sistema de servicio y la entrada proporcionada para crear esta salida” (Mwamadzingo y Chinguwo, 2015, p. 19). Los autores afirmaron que la productividad es la conexión entre el egreso producido o realizado, también conocidos como productos o servicios, y el ingreso proporcional para hacer esta salida quiere decir los insumos o recursos utilizados en dicho proceso.

Eficiente y Efectivos

Mwamadzingo y Chinguwo (2015) comentaron:

La productividad es una medida de cuan eficientes y efectivos son los recursos (insumos) utilizados para producir los productos (bienes o servicios). La productividad también puede considerarse en términos monetarios. Si el precio recibido por una producción aumenta sin un aumento en el costo de los insumos, esto también se ve como un aumento en la productividad (p. 12). Los autores sostuvieron que la productividad se mide de dos maneras, la primera con la eficiencia y la segunda es eficacia estos son los medios o insumos a emplear para construir bienes o servicios.

Gutiérrez (2014) expresó, la medición de la productividad resulta el valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: Eficiencia y eficacia (p. 21).

El autor sostuvo que la productividad es estimar convenientemente los medios a utilizar para originar o fabricar resultados, realizando adecuadamente los objetivos y cumpliendo el efecto deseado.

Eficiencia:

Es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos (Gutiérrez, 2014, p. 21). El autor sostuvo que la eficiencia es la conexión entre el efecto alcanzado y los insumos empleados, quiere decir que se debe mejorar la forma de utilizar los recursos y no crear mermas o residuos, se deben aprovechar al máximo.

Eficacia:

La eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados, implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado) (Gutiérrez, 2014, p. 21). El autor manifestó que la eficacia es el rango de ejecutar una acción planeada logrando resultados exitosos, esto involucra emplear los recursos conseguir el objetivo.

ICB (2014) los especialistas explicaron:

La productividad es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados medidos en términos reales. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, máquinas, equipos de trabajo (p. 5)

Los especialistas indicaron que la productividad es la cantidad de servicios o bienes producidos por la cantidad de recursos consumidos, por otro lado, la productividad puede calificar la utilidad de fábricas, máquinas. Otra forma de medir la productividad es el número de recursos a utilizar se pueda obtener un elevado número de piezas producidas o servicios realizados.

Eficiencia

Es el resultado entre la producción que realmente ha obtenido la empresa y la producción esperada, de tal forma que está íntimamente relacionada con el uso de los recursos en la empresa (ICB, 2014, p. 6). Los especialistas sostuvieron que se es eficiente al utilizar los insumos de la organización de forma pertinente al uso alcanzando la producción deseada.

Eficacia

Es el grado en que se logran los objetivos y se relaciona directamente con el desempeño (ICB, 2014, p. 6). Los especialistas sostuvieron se debe lograr las metas relacionado con la ocupación en hacer el trabajo.

Duffua (2013) explicó:

La productividad se define como las salidas por unidad de entrada, o productos por unidad de insumos. En un sistema de mantenimiento, las salidas se refieren a la capacidad productiva sostenible del equipo que está recibiendo mantenimiento, y las entradas incluyen los recursos requeridos para sostener dicha capacidad. (p. 283)

El autor indicó que la productividad es realizar los mantenimientos oportunamente a los equipos, maquinarias y activos tangibles de la organización o empresa, utilizando la demanda necesaria optimizando los recursos y capital humano.

Eficiencia

“Técnicas eficientes para planear y programar las ordenes de trabajo y la utilización de los recursos” (Duffua, 2013, p. 301). El autor indicó que la eficiencia es tener una planificación y programación adecuada de tareas con el uso necesario de recursos o medios.

Eficacia

“Estrategias de mantenimientos eficaces derivadas de las condiciones e historia del equipo” (Duffua, 2013, p. 301). El autor indicó que la eficacia son estrategias de mantenimiento según la condición de las máquinas y su bitácora del activo físico.

Otras teorías relacionadas a la productividad

Otra definición de productividad lo manifiesta Prokopenko (1998) sosteniendo lo siguiente:

La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos - trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información - en la producción de diversos bienes y servicios. La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. (p. .3)

El autor definió que la productividad no es más que productos o servicios realizados utilizando recursos que puede medirse de diferentes aspectos como capital económico, tiempo de trabajo, materiales incluidos en un mantenimiento, información que puede contabilizada, entre otros son el único fin de obtener resultados para controlar el bien o servicio brindado.

Factores de la Productividad

Mwamadzingo y Chinguwo (2015) dijeron, “Podemos agrupar los factores de mejora de la productividad en dos categorías principales: aquellos que son externos al control de la empresa y más allá del mismo, y aquellos que son internos y están sujetos al control de las empresas individuales” (p. 60). Los autores explicaron la productividad se clasificar en dos tipos, los que son factores externos a una auditoría de la organización y los de factor interno que son auditados por su organización.

Factores Externos:

Mwamadzingo y Chinguwo (2015) dijeron:

El entorno socioeconómico general en un país es uno de los factores que está más allá del control de las empresas individuales pero que es muy importante para que cualquier iniciativa de mejora de la productividad tenga éxito. Por ejemplo, en una situación de guerra o en una situación en la que hay un sentimiento general de inseguridad entre los trabajadores, la productividad laboral no se puede mejorar. En esa situación, la principal preocupación de los trabajadores y los empleadores será la seguridad, pero no la productividad (p. 21).

Los autores señalaron que los factores externos tienen que ver con la situación del país, de cómo manejan sus políticas, normas esto puede influenciar en las actividades productivas de una empresa u organización tenga éxito o no, mejoren o empeoren, en este sentido la seguridad laboral es un factor clave para la productividad ya que si existiera una situación insegura o inestabilidad de la misma sería lo contrario. Cabe recalcar que este factor externo no depende de la organización de la empresa sino de la coyuntura nacional.

Asimismo, Minh, Majurin y Mehtha (2015) mencionaron:

Los factores externos de productividad son problemas que están fuera del control del negocio. Incluyen acceso a la infraestructura, el clima, la situación del mercado, los impuestos, etc. No se puede hacer nada sobre estos factores mientras la empresa siga operando en su entorno actual. Si tienen un efecto negativo grave, el propietario del negocio puede considerar reubicarse o cambiar la naturaleza del negocio (p.10).

Los autores afirmaron que los factores externos son inconvenientes dentro de una gestión, por ende, la organización no debe trabajar en esas condiciones agravando el negocio, este debe situarse en otra ubicación o cambiar el giro de su gestión. En este sentido el control de la problemática de mantener una estabilidad a

las empresas que deseen invertir para mejorar la productividad de un país dependerá de la situación actual socioeconómico de la nación.

Factores Internos:

“Los factores internos para la mejora de la productividad están bajo el control directo de las empresas. Estos factores pueden ser manipulados en beneficio de la empresa, pero algunos factores internos son más fáciles de manipular y cambiar que otros” (Mwamadzingo y Chinguwo, 2015, p. 61). Los autores expresaron que los factores internos se refieren al aumento, mejoramiento bajo el control de organización en beneficio propio. Es por ello la importancia que dependa de la empresa en manipular los factores internos necesario para generar beneficios y mejorar la productividad.

Minh, Majurin y Mehtha (2015) Los factores de productividad interna son problemas que pueden ser influenciados por el propietario del negocio. Estos pueden incluir problemas con los productos, calidad del producto, precio, equipo, material, uso de energía, habilidad y motivación de los trabajadores, almacenamiento, organización, etc (p.10).

Los autores definieron que los factores internos que influyen en la productividad interna son de la misma organización o empresa como del dueño del negocio que influye en las decisiones de los productos finales, la garantía de servicio o productos

1. 4 Formulación del problema

Problema general.

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis 2019?

Problemas específicos.

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis 2019?

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis 2019?

1. 5 Justificación del estudio

Justificación práctica.

La presente tesis busca resolver el problema que actualmente pasa la empresa Maquiperu S.A. ya que en el área de mantenimiento cuenta con activos tangibles arrendados presentan paradas inesperados por fallas mecánicas, eléctricas, hidráulicas, entre otros, para ello con la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad se organizará y planificará los nuevos métodos de gestión de mantenimiento buscando reducir y minimizar las constantes fallas y evitar paradas que retrasen los trabajos de nuestros clientes. Asimismo, Carrasco (2006) dijo, la justificación práctica se refiere a que el trabajo de investigación servirá para resolver problemas prácticos, es decir, resolver el problema que es materia de investigación (p. 119).

El autor argumento que la justificación práctica sirve para resolver problemas reales del estudio.

Justificación Metodológica.

Se justifica metodológica de la presente tesis es por una nueva estrategia para gestionar los activos físicos de la empresa Maquiperu S.A. aplicando el mantenimiento centrado en confiabilidad este es un conjunto de métodos que se reflejan en siete preguntas donde se detallan las funciones, tareas rutinarias e intervalos para asegurar que el activo se mantenga operativo, en resumen, es una hoja de decisiones. En este sentido Bernal (2010) manifestó que, en investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se

va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable (p.107).

El autor argumento que si en el presente estudio se presenta estrategias nuevas que sean confiables se justifica como metodológico.

Justificación Económica.

La justificación económica de la presente tesis ya que de aplicarse correctamente el mantenimiento centrado en confiabilidad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. se estaría reduciendo los costos de mantenimiento de 10 % hasta 40 % según indico Gonzales (2015) reducir los niveles y costes del mantenimiento preventivos rutinarios (10 a 40 %).

El autor argumento que de perseguir las metas del mantenimiento centrado en confiabilidad se puede reducir considerablemente de 10 a 40 porciento los costos de mantenimiento preventivo.

1. 6 Hipótesis

Hipótesis general.

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Hipótesis específicas.

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

1.7 Objetivos

Objetivo general.

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Objetivos específicos.

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

Tipo de estudio

El presente estudio de tesis es de tipo aplicada ya que desea descubrir soluciones a los problemas que actualmente vive el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. con el aporte teórico del mantenimiento RCM busca mejorar la productividad de los servicios del área de mantenimiento reflejando con nuestros clientes nuevas oportunidades de negocio. Asimismo, según Valderrama (2015) manifestó: “La investigación aplicada es la que busca descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo una solución de un determinado problema, con la finalidad de generar bienestar social” (p. 38).

El autor argumentó que el tipo de estudio es aplicado por qué quiere encontrar soluciones a los problemas reales, utilizando teorías que ayuden a resolver la problemática generando un bien a la comunidad. En este sentido si se da un tratamiento poniéndolo en práctica al problema real se dice que es un estudio aplicado.

Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es descriptivo y explicativo, descriptivo porque se realizará un análisis, registro de datos y parámetros, para describir la situación particular del estudio. A su vez, es explicativo por comprender el por qué ocurre, cuál es su origen, cuáles son sus causas, como se evidencia el fenómeno investigado. En este sentido según Hernández (2018) indicó: “Los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 108).

El autor argumentó que es un estudio descriptivo por que analiza y especifica las características de la población estudiada. Es decir que se recolecta información para poder medirla y generar un reporte de resultados de este estudio.

Asimismo, según Valderrama (2015) Manifestó: “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos y fenómenos, porque establece una relación entre conceptos. Están dirigidos a responder por las causas de los eventos y de fenómenos físicos y sociales” (p. 42).

El autor argumentó que es explicativo porque quiere saber y responder el porqué del problema estudiado, sus causas y efectos y explicar como ocurre el fenómeno. Quiere decir que un experimento se caracteriza por explicar la razón del problema fundamentado por teorías o conocimientos científicos para dar validez al estudio.

Enfoque de la investigación

En la presente tesis utilizamos el enfoque cuantitativo, porque se recogerá y procesará los datos del fenómeno, luego utilizaremos los resultados estadísticos para poder comprobar las hipótesis y sacar conclusiones correspondientes al estudio. Asimismo, según Hernández (2018) manifestó: “La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis” (p. 6).

El autor argumentó que el enfoque es cuantitativo porque va recolectar datos numéricos y estadísticos para poder responder las hipótesis y comprobar las teorías fundamentadas. En decir que se contabilizara la información recolectada para generar un reporte de resultados, analizarlo y dar repuesta al estudio.

Diseño de investigación

El diseño de investigación a presentar es experimental ya que se manipulará la variable independiente RCM que se implementara para observar el efecto que tiene con la variable dependiente (productividad). Además, es cuasiexperimental ya que se formó un grupo a medir su estado que actualmente se encuentra, luego se aplicará el estímulo experimental y así obtener una posprueba. Asimismo, según Hernández (2018) indicó: “Situación de control en el cual se manipulan, de manera intencional una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)” (p. 152).

El autor argumentó que es experimental al manipular una o más variables independientes con el objetivo de ver los efectos de la otra variable dependiente, ya que necesariamente debe haber un análisis de las manipulaciones y ver su comportamiento.

Asimismo, según Hernández (2018) señaló: “Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento” (p. 173).

El autor argumentó que es cuasiexperimental cuando se elige la variable a manipular por conveniencia, adecuada o útil para el investigador. Esta decisión de elegir una variable tiene que ver el tipo de grupo a estudiar ya que el investigador determinara según su grupo, área, lugar entre otros factores para su manipulación.

Alcance de la investigación:

La presente tesis fue longitudinal porque se toma el cumplimiento de los programas de mantenimientos realizados para luego analizar y tomar decisiones de las causas del problema. Asimismo, según Valderrama (2015) dijo que es longitudinal cuando se caracteriza porque analizan cambios a través del tiempo en determinadas variables. Recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos especificados, para hacer deducciones respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (p. 180).

El autor argumentó que el corte es longitudinal por que se toman datos en diferentes espacios de tiempo para analizar los resultados de las variables estudiadas observando si hay cambios en lo medido.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables Independiente:

Mantenimiento centrado en confiabilidad

“La filosofía de gestión de mantenimiento, se utiliza de guía para identificar las etapas de mantenimiento con sus respectivos periodos de los activos más importantes de un contexto operacional” (Mora, 2016, p. 444).

Dimensiones

Disponibilidad

“Disponibilidad es la probabilidad de un activo tangible funcione correctamente en el tiempo que se desea requerido después del comienzo de su jornada de operación, cuando se usa en condiciones normales” (Mora, 2016, p. 67).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Donde:

D: Es el porcentaje de disponibilidad.

MTBF: Tiempo promedio entre averías.

MTTR: Tiempo promedio para reparar las máquinas.

Confiabilidad

Mora (2016) dijo:

La confiabilidad de un equipo se mide con la frecuencia en la cual ocurren las averías. Si no hay averías el bien o activo es 100 por ciento confiable; si la frecuencia es muy baja, la confiabilidad del bien es aún aceptable, pero si es muy alta, el bien es poco confiable. (p. 95)

$$C = \frac{TBF}{UT}$$

Donde:

C: Es el promedio de los tiempos entre fallas.

TBF: Tiempo entre averías.

UT: Número de tiempo útil en que el activo funciona correctamente.

Mantenibilidad

“La mantenibilidad de un bien o activo físico dependerá de la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan iniciar nuevamente a su estado de funcionamiento normal luego de que este haya sufrido una avería, falla o interrupción productiva” (Mora, 2016, p.104).

$$M = \frac{TTR}{TD}$$

Donde:

M: Es el promedio de los tiempos de reparaciones correctivas.

TTR: Tiempo que demanda la reparación.

DT: Número de tiempo no operativo.

2.2.2. Variables Dependiente

Productividad del área de mantenimiento

“En el mantenimiento la productividad está más agrupada a indicar el número de servicios realizados por la unidad de tiempo. La forma como se utilicen los factores productivos incide en la eficiencia y eficacia de la generación de bienes y servicios” (Mora, 2016, p. 287).

Dimensiones

Eficiencia:

“Alcanzar las metas definidas como tareas de reparación o de mantenimientos planeados, mediante el empleo de los recursos o factores productivos asignados (en cantidad limitada), para ello” (Mora, 2016, p. 289).

$$Eficiencia = \frac{H.H.T}{H.H.P} \times 100\%$$

Donde:

H.H.T: Horas Hombre trabajadas por semana.

H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.

Eficacia:

“Realizar las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento” (Mora, 2016, p. 289).

$$Eficacia = \frac{M.R}{H.H.P} \times 100\%$$

Donde:

M.R: Mantenimientos realizados por semana.

H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.

2.2.3. Operacionalizacion de variables

En este apartado el presente estudio de tesis se desarrollaron 02 matrices que detallo a continuación: La primera matriz es la operacionalización (Vease Anexo 1) donde se resumen la descripción de las variables, dimensiones, técnicas, herramientas y formulas que son de prioridad. Por otro lado la segunda matriz es de consistencia (Vease Anexo 2) en este se describen las preguntas de investigación, los objetivos, las hipotesis, los indicadores de las dimensiones y el metodo del estudio que son de mayor relevancia a utilizar. Como Pérez (2014) define que: “La operacionalización de las variables reúne la mayor y más completa información referida a la variable abstracta, compleja, que se pretende operacionalizar y que es nuestro tema de investigación”.

2.3. Población y muestra

Población

En la presente tesis la población estudiada en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis, 2018 cuenta con 20 montacargas eléctricos arrendados, 4 técnicos asignados para ejecutar los mantenimientos, reparaciones, revisiones rutinarias, informes de los trabajos realizados con la emisión de las ordenes de trabajo, un supervisor que planifica y programar los mantenimientos preventivos y correctivos según los procedimientos del manual del fabricante, todo los datos mencionados anteriormente serán estudiados en un periodo de 26 semanas de pre pruebas y 26 de post prueba.

Asimismo, según Hernández (2018) dijo: “Las poblaciones deben situarse de manera concreta por sus características de contenido, lugar y tiempo” (p. 199). El autor argumentó que la población no es mejor si es más grande, sino que debe delimitarse con sus características según el planteamiento del problema, adicionando la ubicación y periodo para delimitar quienes participaran en el estudio.

Muestra

En la presente tesis el tipo de muestra es no probabilístico ya que la población no es representativa estadísticamente, quiere decir que la muestra es igual a la población. En este sentido según, Hernández (2018) dijo: “La ruta cuantitativa, la muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre el cual se recolectarán datos pertinentes, y deberá de ser representativa de dicha población” (p. 196).

El autor argumentó que la muestra es una parte fiable del universo a estudiar con las similares características para recolectar datos y estadísticamente representativos. Es decir que la muestra es un fragmento de la población donde se tomará información peculiar que son las características de la muestra en el momento oportuno o adecuado.

Para definir la muestra a continuación se describe los dos tipos que son probabilísticos y no probabilísticos donde se explicará en que consiste cada uno y determinará porque se utilizó el no probabilístico

Muestra Probabilística

Según Hernández (2018) indicó: “En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos” (p. 200). El autor argumentó que la prueba probabilística es cuando todo el grupo tienen la misma posibilidad de ser seleccionados, entonces se concluye de todo ese universo o población es probable de ser escogidos para que se defina como una prueba probabilística.

Asimismo, Hernández (2018) explicó: “Cuando las muestras están constituidas por 100 o más elementos tienden a presentar distribuciones normales y esto sirve para el propósito de hacer estadística inferencial” (p. 215). El autor argumentó que los elementos representan distribuciones normales cuando son elementos de cien a más para definir una muestra probabilística para poder tener resultados normales en la estadística inferencial.

Muestra no probabilística

Asimismo, según Hernández (2018) dijo: “Las muestras no probabilísticas o dirigidas son un subgrupo de la población en la que la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación” (p. 200).

El autor argumentó que la muestra no probabilística dependerá de la cualidades o circunstancias de la investigación o del investigador. En este sentido la peculiaridad del estudio es un factor importante para determinar si es una prueba no probabilística y sea definida por el investigador a conveniencia de las características del estudio.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis de la presente tesis son los 20 montacargas eléctricos que se encuentran dentro del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., por esta razón Hernández (2018) dijo: “Es la unidad de la cual se extraerán los datos o la información final. Frecuentemente son las mismas, pero no siempre” (p.198). El autor indicó que antes de elegir la muestra en primer lugar se debe definir su unidad de análisis que va a ser estudiada ya que de estas dependerá extraer el contenido de la información que la investigación lo amerite.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Al culminar la elaboración del plan de investigación, se continuará con la recolección de datos utilizando la técnica de observación, con la finalidad de recoger, validar y analizar la información de manifestaciones escritas para la aplicación del mantenimiento RCM en la empresa MAQUIPERU S.A. y si influye en la productividad del área de mantenimiento. Según Valderrama (2015) dijo: “La observación consiste en el registro sistemático válido y confiable de comportamiento y situaciones a través de un conjunto de dimensiones e indicadores” (p. 194). El autor argumentó que una técnica para la recolectar de información es la observación que se basa en la acción de mirar para vigilar el comportamiento de un grupo al que se quiere investigar ya que esta técnica es segura por que va adquirir el conocimiento de lo observado.

Instrumento

En la presente tesis se utilizará como instrumento las hojas de registro, este documento nos permite registrar datos de estas variables en estudio. Así, mismo según Valderrama (2015), explicó:

Los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador, para recoger y almacenar información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimiento o escalas de actitudes, también pueden ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos de seguridad, etc. Por lo tanto, se deben seleccionar coherentemente los instrumentos que se utilizaran en la variable independiente y la dependiente. (p. 195)

El autor argumentó que los instrumentos se utilizan para recolectar la información de las variables. Quiere decir que se va a poner de forma ordenada y guardando la información en formatos que pueden ser creados según lo que sea requerido para que este material de mucha importancia pueda ser utilizado para el estudio. A continuación, se detalla los instrumentos de la investigación.

Hojas de Registro: Mantenimiento centrado en confiabilidad

- Orden de trabajo: Formato para registrar amplia información entre ellos mantenimientos preventivos o correctivos, horómetros de intervención de la

máquina, horas hombre en el mantenimiento, otros, que son emitidos por el personal técnico y validado por el cliente al culminar el trabajo (Véase Anexo 3).

Hojas de Registro: Productividad del área de mantenimiento

- Programa de mantenimientos: Registro de programación semanal de mantenimientos preventivos (Véase Anexo 4).

- Orden de trabajo: Se controlarán las órdenes de trabajo terminadas midiendo las horas hombre empleadas.

2.5. Procedimiento

El proceso de recolección de datos para la presente tesis se tomó considerando los siguientes pasos:

Paso 1: Se planteo los objetivos que se deseaba medir y que sea alcanzable en el tiempo, es nuestro caso de estudio era saber la cantidad de fallas o averías que presentaban los montacargas que tiene asignado nuestro cliente ya que eso nos provoca asumir penalidades por inoperatividad de los activos tangibles.

Paso 2: Identificar cual eran las fuentes de donde para extraer la información, donde se localiza y el horario , en esta oportunidad se encuentra ubicado en el distrito de San Luis, Lima-Lima, y la información es de los reportes emitidos por nuestro personal técnico que se encuentra trabajando dentro de las instalaciones de nuestro cliente ya que ellos mismos dan las observaciones por levantar dentro del horario de 8:00 a 18:00 de lunes a sábados y los domingos de 8:00 a 12:00 pm.

Paso 3: El tercer paso es el método que se va a utilizar para recolectar los datos, en nuestro estudio se va usar la observación analizando las ocurrencias y llenando la hoja de registro que el pernal técnico registra las tareas preventivas o correctivas para luego ser validada por el usuario que vienen hacer el cliente y por último el visto bueno del supervisor de mantenimiento.

Paso 4: Preparar los datos para ser analizados, se crea un reporte de todas las hojas de registro en un documento Excel para que sea analizado por el supervisor y jefe de servicios identificado por sistemas, tipo de mantenimiento, horas trabajadas e identificado cada montacarga con su horómetro correspondiente.

El procedimiento expuesto anteriormente se debe considerar que el tiempo es de 26 semanas antes y 26 semanas después, la muestra a estudiar son veinte montacargas y los trabajadores del área de mantenimiento ya que se va poner en práctica la metodología RCM para ver reflejado la productividad del servicio de mantención que realiza el personal técnico para los de los mismos equipos. El recurso y facilidades para poder elaborar esta investigación aceptado y proporcionando información confiable por el área de servicios de alquileres y utilizando laptop, impresoras, hojas, entre otros economatos.

Validez y Confiabilidad

Según Valderrama (2015) mencionó: “Todo instrumento de medición debe reunir dos características: validez y confiabilidad. Ambos aspectos son de suma importancia en la investigación científica, porque los instrumentos que se van a utilizar deben ser precisos y seguros” (p. 205). El autor argumentó que una de las cualidades para los instrumentos es que no se duden de ellos, que generen valor científico y que inspiren confianza, seguridad sobre la información.

La presente investigación utilizó el juicio de tres expertos o jueces con el perfil de grado magister y/o doctor de la escuela de Ingeniería Industrial que se detalla en la siguiente tabla 3 para dar su validar los instrumentos (Véase Anexo 5), donde Valderrama (2015), explicó:

El juicio de expertos es el conjunto de opiniones que brindan los profesionales de experiencia al proyecto de tesis a desarrollar. Estas apreciaciones consisten en las correcciones que realiza el asesor de tesis, con lo que finalidad de que las redacciones de las preguntas tengan sentido con cada uno de sus indicadores (p. 199).

El autor argumentó que la validez de instrumentos puede ser validada por expertos que tienen la experiencia profesional en desarrollos de tesis, esta validez tiene el propósito de verificar si son coherentes o no y bajo sustentos con los datos que se quieren conocer, de no ser así se levantarán las observaciones.

Tabla 3

Validez de instrumentos por el juicio de expertos

EXPERTOS	CARGO	RESULTADO
Sanchez Ramirez, Luz Graciela	Doctora	Aplicable
Pacherrez Acaro, Pedro	Magister	Aplicable
Farfan Martinez, Roberto	Magister	Aplicable
Total		Aplicable

Otro punto de vista Hernández (2018), dijo: “la validez es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir. Se logra cuando se demuestra que el instrumento refleja el concepto abstracto a través de sus indicadores empíricos” (p. 229). El autor argumentó que un instrumento tiene el nivel de ser validado al medir su veracidad cuando se prueba o demuestra con evidencias con indicadores basados en experiencia empírica.

La confiabilidad de mi instrumento de medición fueron las pruebas en campo que se plasmaron en indicadores de tiempos, cumplimiento de mantenimientos, disponibilidad de las maquinarias por esta razón Hernández (2018), dijo: “La confiabilidad o fiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes en la muestra o casos” (p. 229). El autor argumentó que un instrumento se prueba el nivel de confianza cuando su efecto del proceso tiene relación o lógica en las muestras tomadas. Finalmente quiere decir que es confiable el instrumento al ser este consistente en su información con bases coherentes.

Métodos de análisis de datos

Para el método de las cualidades de información Valderrama (2015). Explicó: “Luego de haber obtenido los datos, el siguiente paso es realizar el análisis de los mismos para dar respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde, poder aceptar o rechazar la hipótesis en estudio” (p. 230). El autor argumento que al conocer las características de la información, luego se debe dar respuesta de las preguntas de investigación extrayendo conclusiones y determinar si se admite la hipótesis de la investigación.

El análisis de datos se utilizó métodos estadísticos para poder verificar los resultados, por ello se utilizará como herramienta principal el programa Microsoft Excel, ya que representa variedad de gráficos de información, como historiograma, diagrama de barras entre otros, para el análisis de información estadístico se utilizará el software SPSS. En este sentido sustentado por Valderrama (2015), quien explico:

Es importante que el investigador sepa que tipos de variables ha trabajado en la obtención de datos y sus escalas de medición. identificado el tipo de variable, se lleva a cabo la codificación y la elaboración de la base de datos para ambas variables. Una base bien estructurada agiliza el análisis de la información y garantiza su posterior uso o interpretación. Para ello, es necesario seleccionar un determinado programa de análisis: Excel, SPSS, Minitab, etc (p.230).

El autor argumento que parte importante de la investigación y sus variables es saber que unidades de medida se va a trabajar con la información recolectada y de esta forma saber interpretar sus resultados con la ayuda de programas informáticos como Excel, SPSS, entre otros que aporten al análisis estadístico.

Análisis Descriptivo

En la estadística descriptiva obtendremos datos y estos serán tabulados y representados mediante diagramas, tablas y figuras tanto las variables como las dimensiones del estudio, se usarán métodos estadísticos que nos permita verificar los resultados, es por ello que se usará como herramienta principal el Microsoft Excel, se cuenta con una extensa variedad de gráficos donde se representara la información obtenida, siendo de uso común gráficos de barras o diagramas de vectores, etc. Valderrama (2015). Manifiesta que el análisis descriptivo se hace uso de medidas de tendencia central (media, mediana y moda); medidas de variabilidad (rango, desviación estándar, varianza, coeficiente de variabilidad); medidas de asimetría y kurtosis; gráficos de histogramas, polígonos de frecuencia y ojivas (p. 230).

Análisis Inferencial

En la estadística inferencial se va a ejecutar la prueba de validación de hipótesis que se confirmara con la prueba de normalidad, se usara como data la prueba de

Shapiro Wilk porque nuestra población es igual a 26 datos, de acuerdo a los resultados alcanzados se ejecutará la prueba de T-Student o Wilcoxon y esto de acuerdo a los resultados obtenidos sean paramétricos o no paramétricos respectivamente, para ello se realizó el análisis estadístico mediante el software SPSS que permite tabular los datos y comprobar si es válida la hipótesis.

Aspectos éticos

La presente tesis, Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad en la productividad del área de mantenimiento en la empresa MAQUIPERU S.A., del distrito San Luis, año 2018, ha tenido las siguientes consideraciones:

Académico: La información recolectada son con fines académicos.

Objetividad: Las situaciones encontradas en el proyecto de investigación son analizadas con criterio, técnicas e imparciales.

Confiabilidad: Los datos proporcionados por la empresa que brindo información el área de mantenimiento se reserva la protección de propiedad intelectual.

Veracidad: Los resultados obtenidos no serán manipulados o adulterados, la información mostrada será verdadera, cuidando la confiabilidad de esta.

Originalidad: Cumplimiento de la normativa establecida por la escuela de ingeniería, facultad de ingeniería industrial, se citarán las fuentes bibliográficas a fin de demostrar plagio intelectual.

III. RESULTADOS

3.1. Situación actual de la empresa

Generalidades

La empresa Maquinarias y Equipos del Perú S.A. pertenece a un grupo internacional de inversiones extranjeras teniendo presencia en 4 países de América, Argentina, Bolivia, Chile y Perú, la empresa MAQUIPERU S.A. fue constituida en 1994, se dedica a la representación y comercialización de marcas para la industria, construcción, minería y agrícola, también brinda servicios de alquiler de maquinaria, especialmente en el rubro de montacargas eléctricos y a combustión.

Misión

Contribuir con el éxito de nuestros clientes, entregándoles la mejor calidad y variedad en productos y servicios, desarrollando relaciones a largo plazo y obteniendo de esta manera su confianza y lealtad.

Visión

Ser una empresa de equipos y servicios más reconocida en el país por la calidad de las marcas que representamos, por la variedad de sus productos, por la calidad de los servicios a nuestros clientes, fortaleciendo nuestra solidez por medio de la planeación y el trabajo en equipo.

Ubicación

La empresa está ubicada en Lima – Perú en el distrito de San Luis, en la dirección Av. Nicolas Ayllón N° 1820.

Historia

Todo inicio en los años de 1992 en la capital de Perú – Lima, una amistad de Ingeniero Carlos Recavarren le presento a Juan Carlos Diaz un inversionista de nacionalidad chilena, recomendándolo en un proyecto de constituir una empresa en el Perú con el objetivo de comercializar maquinarias para la industria, en la travesía de viajes de negocio por el mundo en buscar nuevos accionistas y empresas de fabricación de maquinarias, no fue hasta el año de 1994 que aterrizaron el proyecto comprando su primer local en el Callao y constituyendo la empresa que hoy es Maquinarias y Equipos del Perú S.A., comercializando marcas de tecnología Alemana como JCB, LINDE, DMAG, CLASS entre otras, actualmente representamos a la siguientes líneas; Maquinaria pesada HYUNDAI, Montacargas Yale, Tractores agrícolas SONALIKA y camiones SHACMAN.

Organigrama

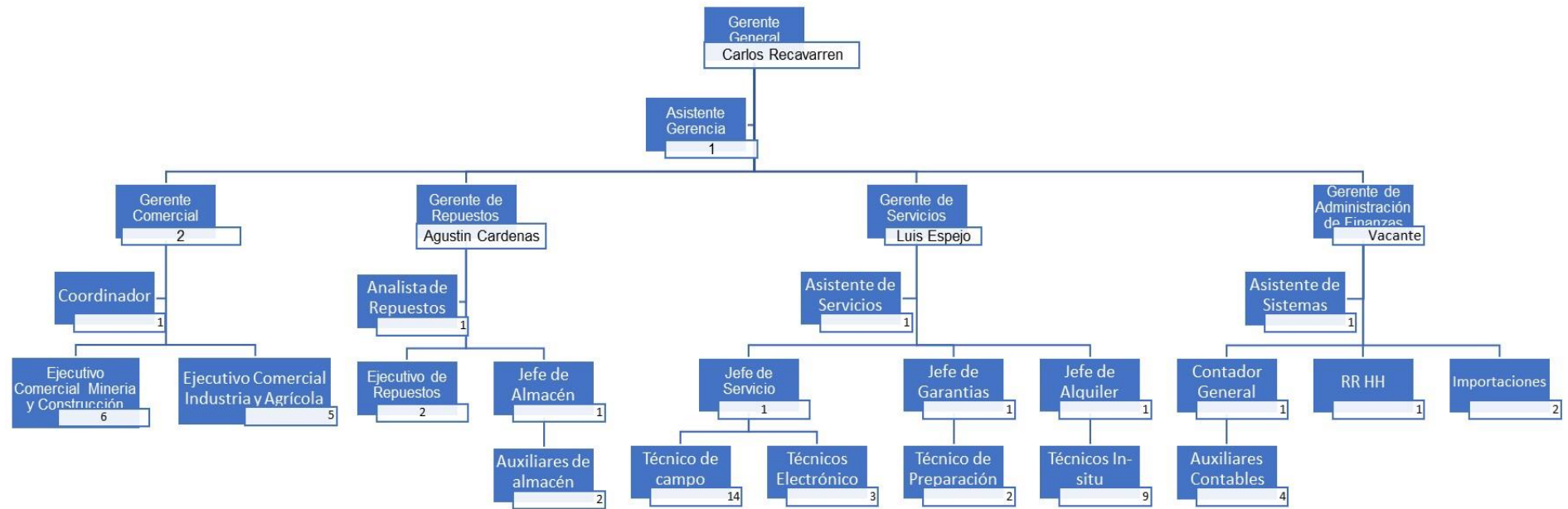


Figura 4. Organigrama de la Empresa Maquiperu S.A. 2019

Línea de Servicio

La empresa Maquiperu S.A. ofrece cuatro tipos de servicios que se detalla a continuación.

- Venta de maquinarias para la minería, construcción, industria y agrícola como montacargas, apiladores, transpaletas, cargadores frontales, tractores agrícolas, camiones entre otros. (Véase Anexo 6).
- Venta de insumos y repuestos de las marcas que representamos desde los más básicos a los de mayor volumen como; filtros de aceite, fajas de distribución, cilindros hidráulicos, cucharones entre otros (Véase Anexo 7).
- Servicio técnico de mantenimiento preventivo, correctivos, evaluación y diagnóstico de maquinarias de las marcas que representa (Véase Anexo 8).
- Servicio de alquiler de maquinarias como montacargas eléctricos a combustión, apiladores y transpaletas eléctricas y cargadores frontales (Véase Anexo 9).

3.1.1. Proceso de servicio de alquiler de maquinarias

A continuación, siguiendo el objeto de estudio se explicará el proceso de servicios de alquiler de las maquinarias y como se complementan las áreas de Comercial, Servicios y Repuestos que interactúan para la atención al cliente final.

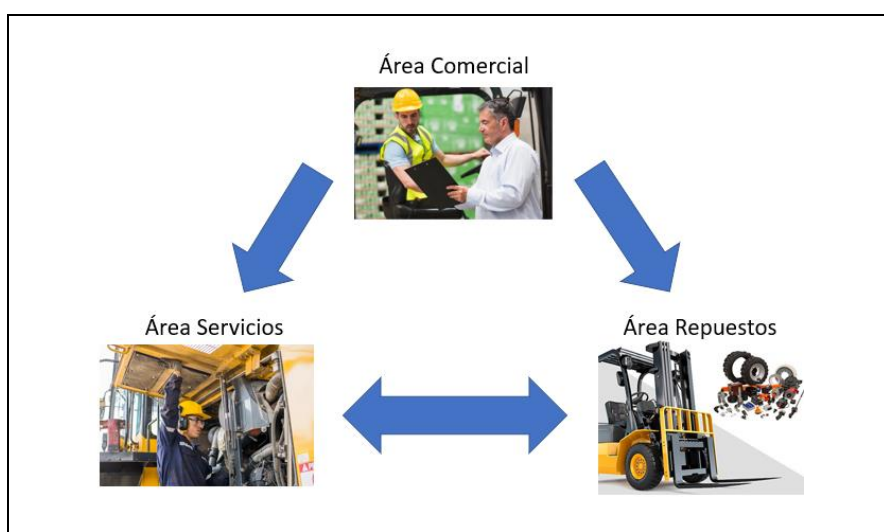


Figura 5. Flujo del Servicio de Alquiler de Maquinarias

Servicio de Alquiler de Maquinarias

Área Comercial: inicia el proceso cuando el cliente acepta la propuesta económica de arrendamiento que contempla las políticas de arriendo, alcances del servicio, especificaciones técnicas de la maquinaria solicitada, tarifas y condiciones de pago. El primer paso es comunicar vía correo electrónico a las áreas involucradas de servicios y repuestos y se programa una reunión para las coordinaciones de entrega, servicio de mantención y reposición de repuestos según contrato firmado por ambas partes.

Datos proporcionados por el área comercial a servicios y repuestos

- Datos del cliente (RUC, razón social, dirección, Contactos).
- Listado de maquinarias arrendadas (cantidad de equipos titulares, cantidad de retenes, modelo por equipos, especificaciones y acondicionamientos especiales por cada maquinaria). En este punto se determina la cantidad de maquinarias para importación según el stock actual.
- Resumen del contrato firmado con el cliente (compromisos de seguridad y salud en el trabajo, zonas de taller asignado para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos, penalidades por faltas de operatividad, tarifas de alquiler, seguros para las maquinarias, fecha de entrega).

El compromiso del área comercial es gestionar el cumplimiento del contrato, realizando seguimientos, reuniones mensuales con el cliente, supervisar y controlar el servicio de post venta de alquiler.

Área Servicio:

El área de servicio se encarga del alistamiento de las maquinarias asignadas al contrato, se programa y coordina con el cliente las fechas de entrega de las maquinarias, las capacitaciones teórica y práctica a los operadores para la familiarización de equipos, los planes de mantenimiento preventivo, las acciones correctivas y también la instalación del área de mantenimiento en el sitio de operaciones para las inspecciones rutinarias.

El objetivo del área de servicios es mantener las maquinarias alquiladas operativas en el periodo de contrato cumpliendo las políticas internas del cliente.

Área Repuestos:

Se encarga de suministrar los insumos y repuestos para la preparación de las maquinarias, mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos dentro del contrato y otros acondicionamientos adicionales posteriores al contrato que son solicitados por el cliente, los insumos y repuestos son los recomendados por el fabricante teniendo en cuenta las características, capacidades y especificaciones técnicas.

La responsabilidad del área de repuestos es mantener un mínimo de inventarios para cubrir las necesidades de mantenimientos preventivos según el análisis de alta y baja rotación de insumos y repuestos.

El resumen el servicio de alquileres de maquinarias que se componen de las tres áreas (Comercial, Servicios y Repuestos) se represente en el siguiente diagrama de flujo del proceso figura 6 y un diagrama de operaciones en la figura 7.

DIAGRAMA DE FLUJO DE SERVICIO DE ALQUILERES

Jean Carlos Otero Lora | June 11, 2019

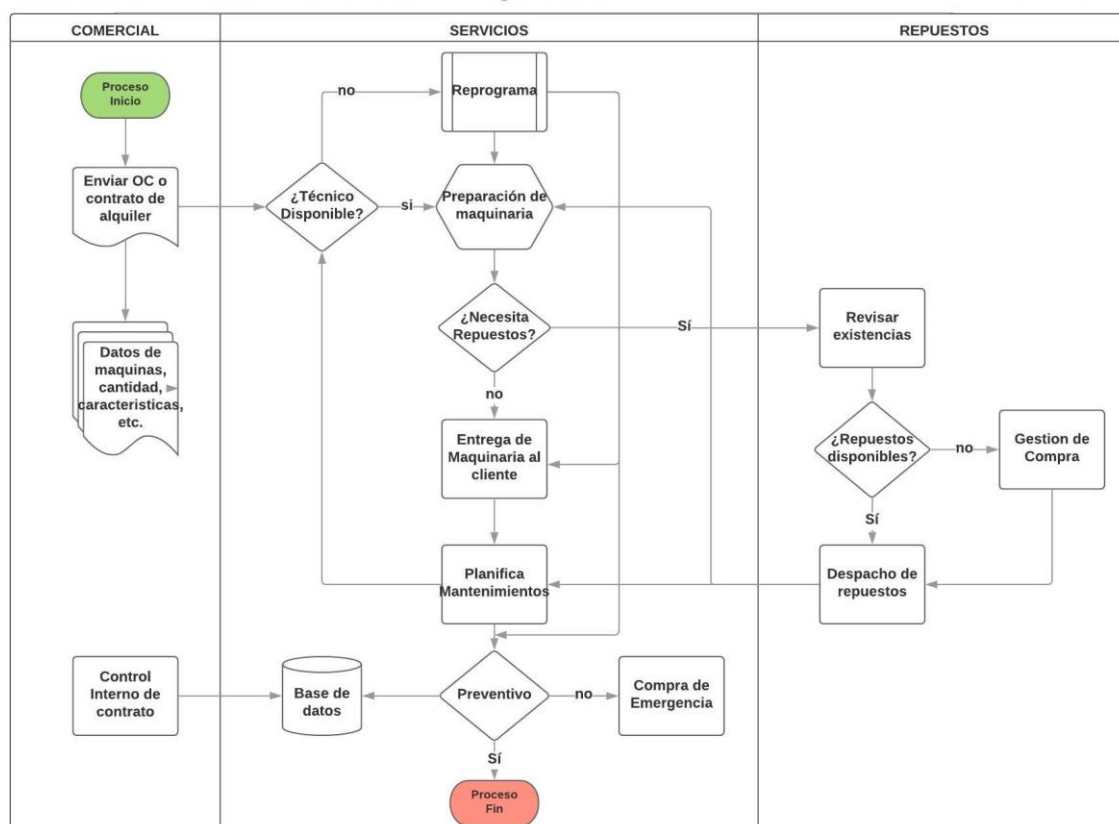


Figura 6. Diagrama de Flujo del Proceso: Servicio de Alquiler de Maquinarias

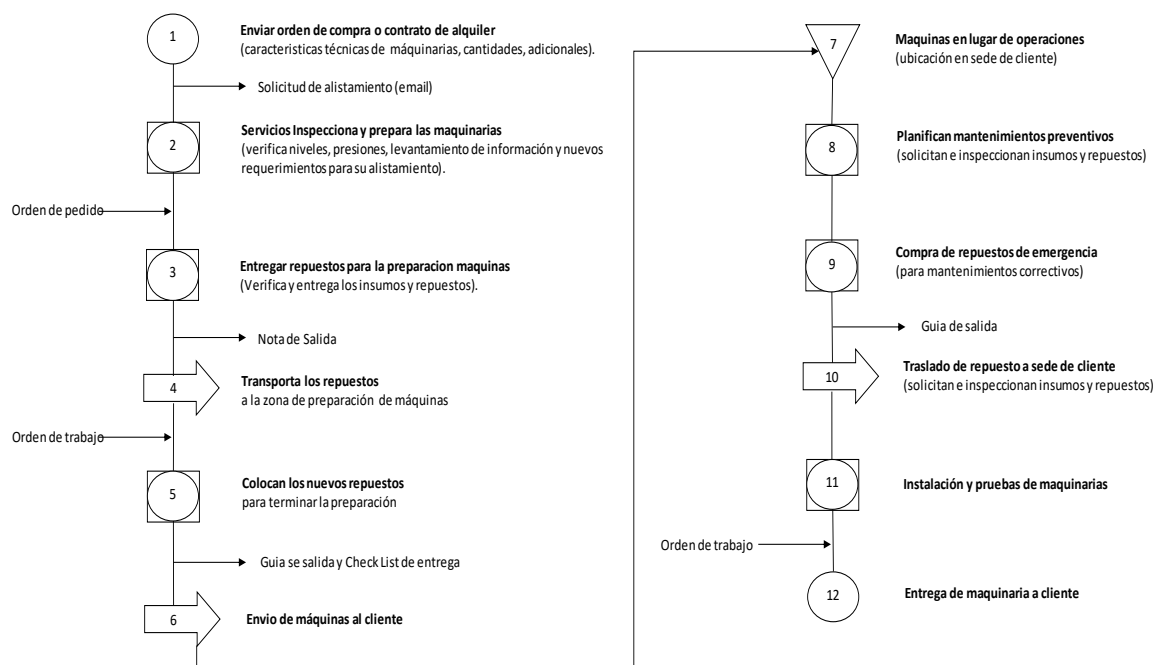


Figura 7. Diagrama de Operaciones del Servicio de Alquileres

3.1.2. Actividades críticas del proceso

En el servicio de alquiler de maquinarias es un compromiso y responsabilidad dentro de nuestro contrato el cumplimiento de mantenimiento preventivos de los activos físicos para preservar los bienes de la empresa y dar la seguridad a nuestros clientes el buen funcionamiento de los mismos. En este sentido dentro del área de servicios se desarrolla el área funcional de mantenimiento asignado en los locales de cada cliente para la atención inmediata de las inspecciones rutinarias, mantenimientos preventivos o reparaciones que requieran las maquinarias.

Analizando los indicadores en la sede de San Luis se observa horas desperdiciadas en atender de mantenimientos correctivos por el área de mantenimiento descuidando los mantenimientos rutinarios y preventivos que son la finalidad de minimizar y prevenir este tipo de eventos, este control nos indica los montacargas inoperativos que van a pasar por un proceso comercial de penalidad según contrato. A continuación, se detalla en la figura 8 el listado de montacargas eléctricos asignados al cliente y los tiempos correctivos.

Datos de Montacargas		Consumo Mensuales en Horas						Tiempo en Horas		Valor Comercial	
Modelo	Serie	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	T. Operativo	T. Correctivos	Tarifa Fija	Penalidad
ERP035VT	G807N10060P	133	434	189	420	479	419	2074	136	\$ 9,480.00	\$ 1,224.00
ERP035VT	G807N10071P	599	488	544	483	497	436	3047	11	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10073P	327	312	320	566	120	382	2026	99	\$ 9,480.00	\$ 891.00
ERP035VT	G807N10074P	432	502	467	335	515	447	2698	79	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10077P	469	487	478	55	458	432	2379	137	\$ 9,480.00	\$ 1,233.00
ERP035VT	G807N10094P	396	442	419	112	344	416	2129	122	\$ 9,480.00	\$ 1,098.00
ERP035VT	G807N10097P	485	463	474	416	453	399	2690	23	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10084P	416	418	417	435	492	395	2573	57	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10100P	494	481	488	430	478	447	2817	22	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10096P	497	486	492	415	501	432	2822	12	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10102P	22	57	40	477	507	348	1451	555	\$ 9,480.00	\$ 4,995.00
ERP035VT	G807N10088P	497	467	482	455	497	375	2773	26	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10098P	483	333	408	435	510	403	2572	39	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10085P	495	485	490	358	417	476	2721	41	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10099P	494	402	448	470	393	438	2645	35	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10090P	463	386	425	474	477	405	2630	22	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10075P	434	412	423	378	374	361	2382	22	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10078P	440	393	417	449	101	380	2179	6	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10083P	386	388	387	333	317	346	2157	3	\$ 9,480.00	
ERP035VT	G807N10108P	398	395	397	354	377	336	2257	4	\$ 9,480.00	
Total		8360	8231	8201	7850	8307	8073	49022	1451	\$ 189,600.00	\$ 9,441.00

Figura 8. Resumen de Valorizaciones de San Luis

El resumen la situación actual del área de mantenimiento de la sede San Luis es el incumplimiento de los mantenimientos preventivos y la alta frecuencia de fallas de los montacargas, hoy por hoy la empresa no cuenta con otro tipo de indicadores para medir la productividad del área de mantenimiento, en este sentido se desea perfeccionar poniendo en práctica la aplicación de la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad.

3.2. Desarrollo de la Propuesta de Mejora

Para poner en práctica la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad el primer paso es clasificar por jerarquías de las maquinarias que brindan directamente el servicio de arriendo contemplando sus funciones principales o secundarias, en este caso las maquinarias son veinte montacargas eléctricos como se presenta en la siguiente figura 9.



Figura 9. Montacarga Eléctrico y sus Componentes Internos

Seguido se presenta el acumulado de paradas del periodo de julio a diciembre del 2018 por mantenimientos correctivos dichos datos se emplearán que se asignara estratégicamente la maquinaria que presente indicios de fallas frecuentes en la sede de San Luis.

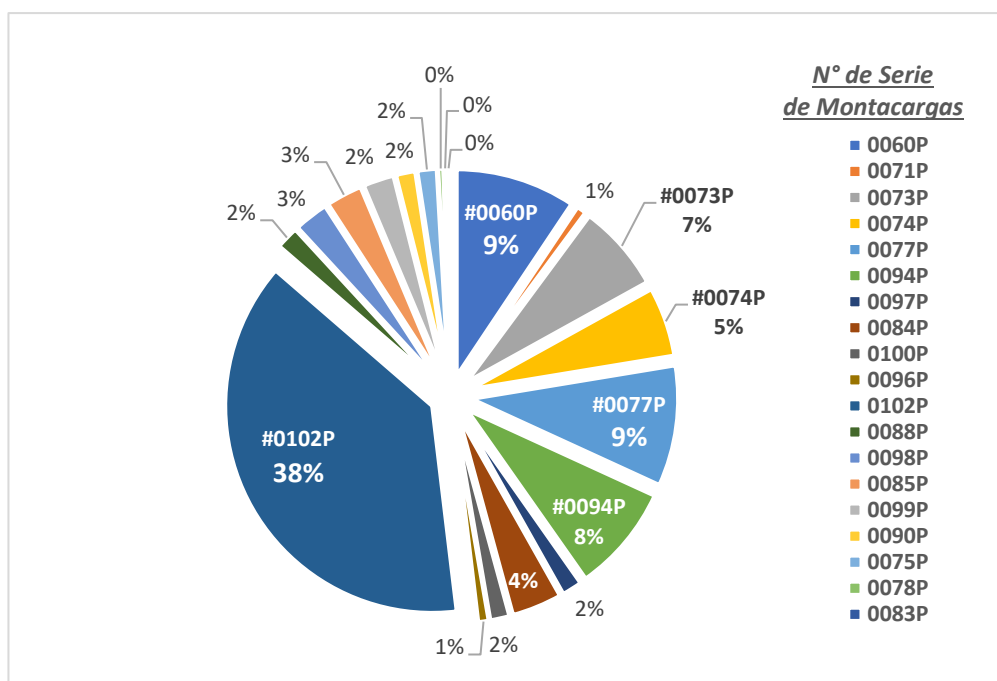


Figura 10. Tiempo de Paradas de los Montacargas Eléctricos de Jul a Dic 2018.

En la figura 10 se obtiene como resultado que el montacarga eléctrico de serie 0102P tiene un 38 % de paradas del total, quiere decir que esta máquina sufrió fallas correctivas ocasionando una mayor acumulación de horas por reparaciones que el resto de los montacargas eléctricos.

Formación de grupo de revisión RCM:

Se debe formar un grupo de revisión RCM para inyectar los conocimientos del mantenimiento centrado en confiabilidad y aplicar bien la metodología, es por ello que el grupo está conformado por personas que conocen los equipos o los sistemas, pero falta incluir una capacitación básica de RCM. En este sentido y con el consentimiento de la gerencia general se formó el siguiente grupo para luego llegar a cabo la capacitación.

Tabla 4 *Grupo de revisión RCM*

Cargo Laboral	Especialidad	Años de Experiencia
Técnico de Campo	Técnico Mecánico	7
Técnico de Campo	Técnico Electrónico	11
Técnico de Campo	Técnico Electricista	7
Técnico Líder	Técnico Mecánico e Hidráulico	13
Planificador de Mantenimientos	Ing. Mecánico y Electricidad	8
Coordinador de Arriendo	Técnico Mecánico	12
Gerente de Servicios	Ing. Industrial	25

Con el grupo formado que tiene interacción directa con los procesos del servicio de alquiler y los mantenimientos y reparaciones se obtiene información fiable y completa, de este modo se plasmara un panorama objetivo tomando las mejores decisiones administrativas y operativas.

Capacitación Básica del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Una vez formado el grupo el siguiente paso es programar y realizar las capacitaciones al personal asignado para dar a conocer y fortalecer los conocimientos básicos del RCM con el propósito de que el resultado sea la participación de todos los involucrados y aporten a una mejora con las herramientas brindadas por el mantenimiento centrado en confiabilidad.

El plan y programa de capacitaciones es una vez al mes (Véase Anexo 10).


 MAQUIPERU <small>MAQUINARIAS Y EQUIPOS DEL PERU S.A.</small>		TEST DE EVALUACIÓN		Código: GS36A Versión: 01 Pag. 01/01	
TEMA: MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD					
Inducción		Capacitación		Entrenamiento	Fecha:
Nombres y Apellidos:					
Preguntas					
1. ¿Qué entiende por mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM?					
2. ¿Qué son tareas Preventivas?					
3. ¿Qué son tareas Predictivas?					
4. ¿Para qué sirve el Análisis de Modo de Falla y sus Efectos?					
5. ¿Defina los concepto de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad?					
6. ¿Cuáles son las siete preguntas del RCM?					
7. ¿Qué aporta usted con la implementación del RCM?					

Figura 11. Formato de Evaluación

Puesto en Práctica las Siete Preguntas del RCM

En este punto se describirá de forma general las siete preguntas según las normas SAE JA 1011 relacionado con el activo físico o maquinaria, sino se considera estas preguntas básicas no es la metodología RCM o llamarla un mantenimiento centrado en confiabilidad.

¿Cuáles son las funciones y parámetros de funcionamiento del activo?

En primer lugar, debemos definir que funciones cumple cada activo y que se desea obtener de este de los cuales se subdividen en funciones primarias que en nuestro

caso cumple la función de carga y descarga de productos terminados con una capacidad de carga máxima de 1190 Kg. a una elevación máxima de 7 metros de alto (Véase Anexo 11) Por otro lado, las funciones secundarias son sencillamente un adicional de las funciones primarias en nuestro caso son asientos ergonómicos para el operador, limitador de velocidad por seguridad.

¿De qué manera falla la función?

Es cuando una máquina no puede cumplir una función o a perdido la totalidad de funcionamiento, en otras palabras, se le conoce como una falla. El primer paso del RCM es saber las circunstancias que ocurrió la falla para luego preguntarse qué eventos puede causar la falle la máquina (Véase Anexo 12) los reportes de fallas ocurridos.

¿Cuál es la causa de cada falla funcional?

En esta pregunta se desea describir detalladamente el evento de cada falla ocurrido actualmente en las máquinas en el RCM se le conoce como Modo de Falla. Se realiza una lista de las causas de fallas por deterioro o desgaste normal, también fallas por errores humanos o de diseño ya que son muchas los motivos de que un activo falle esto con el fin de determinar una estrategia de mantenimiento apropiada para cada modo de falla.

¿Qué sucede cuando ocurre la falla?

En este proceso del RCM también se hace un listado describiendo como ocurrió cada modo de falla a esto se llama Efecto de Falla que permitirá analizar la falla considerando las evidencias físicas como, por ejemplo, ruidos diferentes a lo normal, líquidos encontrados en el suelo, olores extraños, entre otros preguntándose que puede presentar una amenaza en seguridad o medio ambiente, o de qué manera puede afectar a la producción o al personal, y las acciones correctiva o reparación de que se deben realizar para poner operativo la maquinaria.

¿En qué sentido es importante cada falla?

Quiere decir que debemos de preguntarnos analizando las consecuencias de las fallas que pueda afectar las operaciones, la calidad del producto, el servicio que brindamos, la seguridad del personal o el cuidado del medio ambiente, estas se clasifican en cuatro grupos que se detalla a continuación.

Consecuencias de fallas ocultas: se resume en un dispositivo oculto de protección para el activo físico, cuando aparece falla en la máquina se hace evidente por los operadores bajo un escenario normal de trabajo, como por ejemplo los fusibles de encendido del montacarga eléctrico.

Consecuencias Ambientales y para la seguridad: se refiere a que una falla pueda causar daños, lesiones o hasta matar a alguien, por el lado ambiental es si infringen normativas legales que también causes daños.

Consecuencias Operacionales: son las fallas que pueden afectar la producción, los costos operativos, la perspectiva del cliente, la calidad de nuestro servicio.

Consecuencias No Operacionales: da referencia al costo directo de la reparación del equipo afectado, en otras palabras, son consecuencias económicas.

¿Qué se puede hacer para predecir o prevenir cada falla?

En esta parte se determina la estrategia de mantenimiento que se va a poner en práctica a cada falla, como mantenimientos de diarios, análisis de aceite, tintas penetrantes entre otras técnicas de monitoreo. En RCM se llaman tareas proactivas que son conocidas como mantenimientos preventivos y predictivos.

Mantenimientos a condición: se pondrá en práctica los chequeos de las fallas potenciales según nuestro registro de ordenes de trabajo para poder prevenir las fallas, en este sentido se medirán las presiones hidráulicas, la temperatura de los componentes, el voltaje del sistema, etc.

Reacondicionamiento: se aplican a los componentes, elementos o repuestos pertenecen a las maquinas van a ser tomadas para reacondicionar antes de llegar a su límite de vida útil independiente de su condición en ese momento, en el caso estudio se optó en rebobinado de los motores eléctricos.

Sustitución cíclica: aquí solo se sustituye el componente por uno nuevo analizando el costo veneficio para la mantención del equipo y la empresa.

¿Qué hacer si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

En esta última pregunta se acota la búsqueda de otras opciones si no se encuentra una falla, esto implica revisiones periódicas de funciones ocultas, otro tipo es un rediseño de al sistema o simplemente que no se dé un mantenimiento hasta su rotura.

Jerarquía de Fallas de Activos

El presente estudio tiene como activo físico 20 montacargas eléctricos y el criterio lógico para seleccionar el equipo sería el que tiene mayor porcentaje de 38% de tiempo de paradas que corresponde al montacargas de serie 0102P, pero en nuestro caso los montacargas son del mismo modelo, por esta razón se revisó y analizó el reporte de fallas (Véase Anexo 12) encontrándose fallas repetitivas.

El siguiente paso es elaborar las siguientes tablas para describir los sistemas, sub sistemas funcionales aterrizándolo a nuestra realidad problemática con la ayuda del personal técnico que tiene la experiencia y esta todo los días interactuando con las fallas, también con el apoyo del supervisor de mantenimientos véase en la tabla 5, aquí se enumerará los sistemas del montacargas ERP035VT y de cada sistema se desglosara los subsistemas que son un conjunto de partes física para que pueda funcionar el mismo.

Luego el siguiente paso es hacer una lista de las fallas funciones quiere decir cuál es el problema que ocasionó la parada del equipo y modos de falla del montacarga eléctrico viene a ser el indicio o razón que produjo la avería, también se agregar los efectos de falla, es lo que sucede de cuando ocurre una falla en forma detallada todo esto se verá en la tabla 6.

Seguido en la tabla 7 se expone la criticidad de los efectos de las averías, esto consiste en una puntuación de tres factores, primero la gravedad que ocurra la falla, la frecuencia que esta ocurra y por último que tan fácil se puede detectar la falla, en conjunto la tabla 9 se aprecia las escalas y nomenclaturas de criticidad.

En la tabla 8 se encuentra los programas de mantenimiento a seguir de la aplicación del RCM, donde están la frecuencia de tareas y los responsables, agregando los equipos y herramientas que deben usar agregando el tipo de mantenimiento estratégico se debe aplicar.

Tabla 5

Hoja de Información: Sistemas y Subsistemas funcionales del montacargas ERP035VT

SISTEMAS	SUB SISTEMAS	ELEMENTO FUNCIONAL	FUNCIONES
Hidráulico	Válvulas de control principal	Spools	Derivar el pase de fluido hidráulico
		Válvula de presión	Restringen en paso de fluido para generar presión
	Bomba hidráulica	Piñones	Envían fluido hidráulico al sistema
		Orines	Sellan los pasos del sistema
	Cilindros Hidráulicos	Pistón	Empuja el fluido hidráulico
		Vástago	Transmite la energía hidráulica para transformarla en mecánica
		Mangueras	Comunicar el fluido hidráulico al sistema
Unidad motriz	Trasejes	Reductor	Reduce el giro de las ruedas
		Retenes	Retienen y protegen de la contaminación el fluido o grasa de los contiene
		Rodamiento	Reduce la fricción entre los ejes
		Planetario	Rotar entre el engranaje externos para mover el eje
		Llantas	Girar alrededor de un eje
Dirección	Eje de dirección	Eje del piñón	Permite variar la dirección de las ruedas
		Eje	Transmite la energía mecánica para mover las ruedas
		Cubierta	Protege los componentes internos
		Pistón	Empuja el cilindro sinfín para generar la dirección
	Volante y columna de dirección	Unidad de Control de dirección	Deriva los fluidos hidráulicos a los cilindros de dirección
	Acumulador de dirección	Eje Recargador	Transmite la energía mecánica recibida Almacenar energía para mover la dirección en emergencia
Frenos	Cilindro maestro	Conjunto de pistón Depósito Barra impulsora	Enviar fluido hidráulico a los frenos Almacenar el fluido hidráulico Mecanismo para impulsar el pistón
Eléctrico	Motores Eléctricos de tracción e hidráulico	Sensores	Traduce las señales eléctricas en magnitudes
		Fusibles	Protege las sobrecargas en un sistema eléctrico
		Controladores	Monitorea el funcionamiento eléctrico
		Contactor	Dispositivo que corta la paso de la corriente
	Conjunto de luces	Relay	Reduce la distancia a recorrer los cables eléctricos
		Reguladores	Mantener el voltaje en un circuito
		Focos	Iluminar los ambientes de trabajo
	Conjunto de Batería de 36 Celdas		Almacenan tensión eléctrica
		Cables	Medio por donde pasa la corriente

Tabla 6

Hoja de Información: MFE de falla del montacargas ERP035VT

FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA
No envía el paso del aceite hidráulico	Spools atascados	Parada de montacarga
No genera presión en el sistema	Válvula malograda	Parada de montacarga
No envía fluido hidráulico al sistema	Piñones cavitados	Crujido de bomba
No sella los pasos el sistema	Orines resecos	Parada de montacarga
No empuja el fluido hidráulico	Pistón roto	Cilindro regresa solo a su posición
El mecanismo no impulsar el pistón	Vástago fracturado	Cilindro regresa solo a su posición
No puede comunicar el fluido hidráulico al sistema	Rotura de manguera	Parada de montacarga
No reduce los el giro de las ruedas	Reductores trabados	Parada de montacarga
No retiene ni protege el fluido	Envejesimiento de retenes	Parada de montacarga
No reduce la fricción entre los ejes	Rodaje fundido por lubricación	Parada de montacarga
no rota entre el engranaje externos para mover el eje	Planetario fatigado	Parada de montacarga
Desgaste prematuro	Desprendimiento de material de la llanta	Parada de montacarga
No permite variar la dirección de las ruer	Piñon trabado	Parada de montacarga
No transmite la energía mecánica para mover las ruedas	Eje roto	Parada de montacarga
No protege los comonentes internos	Cubierta contaminada	Contaminacion a los componentes
No empuja el cilindo sinfin para generar la dirección	Pistón golpeado	Daña los retenes externos
No deriva los fluidos hidráulicos a los cilindros de dirección	Unidad de control de dirección desgastados	Dirección endurecida
No transmite la enegía mecánica recibida	Eje roto	Parada de montacarga
No almacena energía para mover la dirección en emergencia	Recargador despresurizado	Deja de cubrir la emergencia de mover la dirección
No envía fluido hidráulico a los frenos	Pistón trabado	Accidente de trabajo
No almacena el fluido hidráulico	Depósito con fuga de fluido	Accidente de trabajo
El mecanismo no impulsa el pistón	Atrancamiento de barra	Accidente de trabajo
Traduce las señales eléctricas en magnitudes	Sensor golpeado	Código de error
no protege las sobrecargas en un sistema eléctrico	Fusibles rotos	Parada de montacarga
Deja de monitorear el funcionamiento eléctrico	Ventiladores quemados	Código de error
El dispositivo no corta la paso de la corriente	Interruptor trabado	Código de error
No reduce la distancia a recorrer los cables eléctricos	Relay golpeado	Código de error
No mantener el voltaje en un circuito	Reguladores dañados	Código de error
No ilumina el área de trabajo	Focos quemado	Código de error
No almacenan tensión eléctrica	Celdas con fuga de electrolito	Parada de montacarga
No pasa la corriente por los cables	Sin señal de continuidad	Parada de montacarga

Tabla 7

Hoja de Decisión: Criticidad de Efectos de falla del montacargas ERP035VT

EFFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	INDICE DE RIESGO	PROCEDIMIENTO
Parada de montacarga	7	1	7	Bajo	Programar muestreo de aceite
Parada de montacarga	6	2	8	Medio	Pruebas de Presiones en el sistema
Crujido de bomba	6	1	7	Bajo	Purgar el aire del sistema
Parada de montacarga	7	1	7	Bajo	Cambiar los orines
Cilindro regresa solo a su posición	7	1	6	Bajo	Promamar pruebas de Presiones en el sistema
Cilindro regresa solo a su posición	7	1	6	Bajo	Muestreo de aceite Medir temperatura de trabajo
Parada de montacarga	7	1	8	Medio	Inspecciones si hay daños o defectos visibles
Parada de montacarga	8	1	7	Medio	Muestreo de aceite Medir temperatura de trabajo
Parada de montacarga	8	2	8	Alto	Programar cambio los retenes
Parada de montacarga	6	1	7	Bajo	Programar muestreo de aceite
Parada de montacarga	6	1	8	Bajo	Programar muestreo de aceite
Parada de montacarga	7	2	8	Alto	Inspeccionar si hay daños Cambiar llantas
Parada de montacarga	7	1	7	Bajo	
Parada de montacarga	8	1	6	Bajo	Inspeccionar si hay daños o defectos visibles
Contaminacion a los componentes	8	1	7	Medio	
Daña los retenes externos	8	1	6	Bajo	
Dirección endurecida	7	1	7	Bajo	Programar muestreo de aceite
Parada de montacarga	7	1	7	Bajo	
Deja de cubrir la emergencia de mover la dirección	6	1	6	Bajo	Probar y Verificar funcionamiento
Accidente de trabajo	9	1	7	Medio	
Accidente de trabajo	9	1	7	Medio	
Accidente de trabajo	9	1	7	Medio	Probar y Verificar funcionamiento
Código de error	9	1	7	Medio	
Parada de montacarga	9	2	8	Alto	Inspeccionar y Cambiar si es necesario
Código de error	9	2	8	Alto	Cambiar Ventiladores de controlador
Código de error	7	1	8	Medio	Verificar funcionamiento
Código de error	7	1	8	Medio	Inspeccionar funcionamiento
Código de error	6	1	8	Bajo	Inspeccionar funcionamiento
Código de error	7	2	8	Alto	Verificar funcionamiento y cambiar si es necesario
Parada de montacarga	8	1	7	Medio	Inspeccionar si hay daños o defectos visibles
Parada de montacarga	6	1	6	Bajo	Inspeccionar si hay daños o defectos visibles

Tabla 8

Hoja de Decisión: Tareas proactivas y a falta de tareas para el montacargas ERP035VT

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	RESPONSABILIDAD	PERIODO DE TRABAJO	OBSERVACIONES
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	5 a 10 minutos	Asignación de Herramientas: Bomba, franscos y mangueras y niple
Cada 1000 horas o 6 meses	01 Personal técnico	30 a 45 minutos	Asignación de herramientas: Tetragauge y mangueras de presión
Cada 4000 horas o 2 años	02 Personal técnico	210 a 240 minutos	Cambiar los orines por nuevo cada desmontaje de manguera
Cada 4000 horas o 2 años	02 Personal técnico	210 a 240 minutos	
Cada 500 horas o 3 meses	01 Personal técnico	30 a 45 minutos	Asignación de herramientas: Tetragauge y mangueras de presión
Cada 1000 horas o 6 meses	01 Personal técnico	30 a 45 minutos	Asignación de herramientas: Pirómetro laser
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 1000 horas o 6 meses	01 Personal técnico	45 al 60 minutos	Asignación de herramientas: Pirómetro laser, bomba y accesorios de muestreo
Cada 2000 horas o 1 año	2 Técnicos especailistas y planer de mantenimiento	210 a 240 minutos	Tener los repuestos necesarios para el cambio
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	5 a 10 minutos	Asignación de Herramientas: Bomba, franscos y mangueras y niple
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	5 a 10 minutos	Asignación de Herramientas: Bomba, franscos y mangueras y niple
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	5 a 10 minutos	Asignación de Herramientas: Bomba, franscos y mangueras y niple
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 500 horas o 3 meses	01 Personal técnico	5 a 10 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	30 a 45 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 8 horas o diariamente	01 Operador de montacargas	5 a 10 minutos	El operador debe hacer su check list diaria antes de operar el montacargas
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	5 a 10 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	20 a 30 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 1000 horas o 6 meses	01 Personal técnico	45 al 60 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 500 horas o 3 meses	01 Personal técnico	5 a 10 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio
Cada 2000 horas o 1 año	01 Técnico especailistas y planer de mantenimiento	20 a 30 minutos	El personal técnico debe cargar los repuestos necesarios si es necesario el cambio

Tabla 9

Nomenclatura de criticidad

LEYENDA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	PESO
G	Gravedad de que ocurra una falla	Poca importancia	1 a 3
		Moderadamente grave	4 a 8
		Grave	9 a 10
F	Frecuencia de ocurrencia de la falla	Muy pequeña	1 a 3
		Mediana	4 a 8
		Alta	9 a 10
D	Detectabilidad o facilidad para encontrar la falla	Alta	1 a 3
		Pequeña	4 a 8
		Muy pequeña	9 a 10
NPR= G*F*D	Índice de riesgo	Bajo	1 a 50
		Medio	51 a 100
		Alto	101 a 200

Luego de analizar con el grupo RCM las nuevas aportaciones para mejorar la mantención de los montacargas eléctricos modelo ERP035VT, se agregaron planes y programas actualizados de mantenimientos (Véase Anexo 4), tareas predictivas que no existían y preventivas que no se consideraban en la siguiente tabla 10, esta ha sido elaborada con las recomendaciones del fabricante (Véase Anexo 13).

Tabla 10

Mantenimientos predictivos y preventivos

ITEM	ELEMENTO	TAREA	HR DE CAMBIO
1	PEDALES, CONJUNTO DE ASIENTO, CAPO, BISAGRAS Y PESTILLO DE CAPO. (SISTEMA HIDRAULICO)	LUBRIQUE LO QUE SEA NECESARIO	500
2	MANGUERAS HIDRAULICAS, RACORES DE MANGUERA Y ABRAZADERAS	INSPECCIONE SI HAY MANGUERAS RETORCIDAS, APLASTADAS, RIGIDAS O QUEMADAS. SUSTITULLA SI ES NECESARIO.	500
3	TAPA DE RESPIRADERO	LIMPIE O CAMBIE	500
4	MANIJA DE ANULACION MANUAL	LUBRIQUE EL PASADOR DE ARTICULACION	500
5	VARILLAJE Y EJES	LUBRIQUE	500
6	DEPOSITO DEL CILINDRO MAESTRO DE FRENO	COMPRUEBE EL NIVEL DE ACEITE	500
7	PASADORES DE LAS ARTICULACIONES	LUBRIQUE SEGÚN SEA NECESARIO	500
8	SUPERFICIES DESLIZANTES	LUBRIQUE SEGÚN SEA NECESARIO	500
9	TORNILLOS DE CASQUETE DEL SOPORTE	COMPROBAR APRIETE 24 N.m o 212 lbf in.	500
10	CADENAS DE ELEVACION (MASTIL)	COMPRUEBE LA EXTENSION Y LUBRIQUE	500
11	MANGUERAS DEL DEPOSITO SUPERIOR, RACORES DE MANGURAS Y ABARZADERAS	INSPECCIONE SI HAY MANGUERAS RETORCIDAS, APLASTADAS, RIGIDAS O QUEMADAS. SUSTITULLA SI ES NECESARIO.	500
12	GUIAS Y PASADORES DE LAS HORQUILLA	LUBRIQUE SEGÚN SEA NECESARIO	500
13	TABLERO CON MOVIMIENTO LATERAL	LUBRIQUE SEGÚN SEA NECESARIO	500

Para mantener un control de la implementación RCM se debe ser constante en las capacitaciones concientizando y haciendo cultura al personal técnico, en coordinación con el supervisor de mantenimiento mensualmente se llevaron a cabo auditorías internas para luego programar reuniones con la gerencia y ver los aspectos que necesiten mayor atención o puntos débiles por mejorar. Por otro lado, y no menos importantes se supervisan las ordenes de trabajo al culminar los trabajos y archivan en la bitácora de cada montacargas o activo con el fin de saber su trabajos realizados o fallas encontradas para poder solucionar futuras averías. Como último punto se coordinó con el cliente generar un check list diario donde nos reporten los operadores las observaciones visuales o fallas fáciles de percibir donde también se le capacitara cada seis meses (Véase Anexo 14).

3.3. Análisis descriptivo de la variable independiente

Indicador: Índice de probabilidad de funcionamiento sin que falle los montacargas eléctricos modelo ERP035VT.

Tabla 11

Horas promedio de confiabilidad

Semanas	Confiabilidad Pre test (promedio)	Confiabilidad Post Test (promedio)
1	107.67	162.33
2	157.56	200.91
3	95.76	210.44
4	111.18	271.29
5	181.55	200.00
6	151.47	310.29
7	136.38	301.71
8	168.38	296.86
9	87.84	238.14
10	124.58	172.22
11	74.63	199.10
12	122.77	223.86
13	110.00	281.67
14	160.92	329.00
15	162.64	232.33
16	132.80	249.75
17	92.96	288.75
18	183.55	234.33
19	181.64	213.40
20	121.21	257.44
21	180.64	199.00
22	136.92	196.67
23	87.47	201.22
24	138.27	245.86
25	156.45	216.63
26	141.75	220.00
Promedio	134.88	236.66

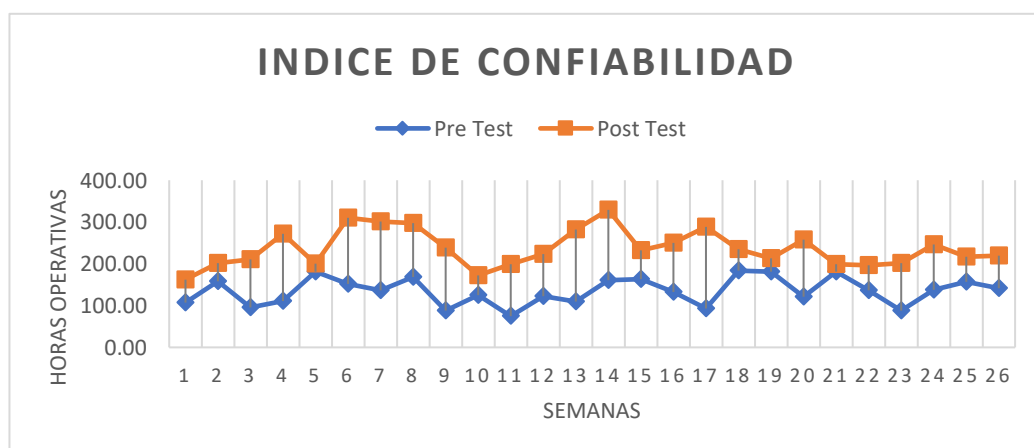


Figura 12. Índice de Confiabilidad a los Montacargas ERP035VT

Interpretación: Explicando la tabla N°11 y la figura N°12 se puede demostrar que en los datos pre-test tomados en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 se obtuvo un promedio de 134.88 horas operativas que los montacargas no fallaron, luego al aplicar la metodología de RCM desde el 02 enero al 29 junio del 2019 los datos obtenidos del post-test arrojaron un promedio de 236.66 horas que cumple su función los montacargas sin averías, logrando incrementar su confiabilidad a 101.78 horas por el grupo de montacargas.

Indicador: Índice de probabilidad de poner en condiciones operativas de los montacargas eléctricos ERP035VT en un determinado tiempo.

Tabla 12

Horas promedio de mantenibilidad

Semanas	Mantenibilidad Pre - Test (Promedio)	Mantenibilidad Post - Test (Promedio)
1	42.50	12.00
2	38.00	4.80
3	38.00	9.60
4	40.33	4.50
5	22.50	4.00
6	28.00	13.50
7	21.50	10.67
8	31.00	4.50
9	22.00	3.00
10	41.50	4.50
11	23.50	3.00
12	20.50	3.00
13	22.33	9.00
14	39.50	8.67
15	44.00	5.00
16	25.50	2.33
17	30.33	2.60
18	47.00	4.00
19	24.00	9.00
20	30.00	9.00
21	20.50	8.00
22	24.00	9.00
23	15.00	8.00
24	36.00	6.50
25	17.00	5.00
26	24.00	9.00
PROMEDIO	29.56	6.62

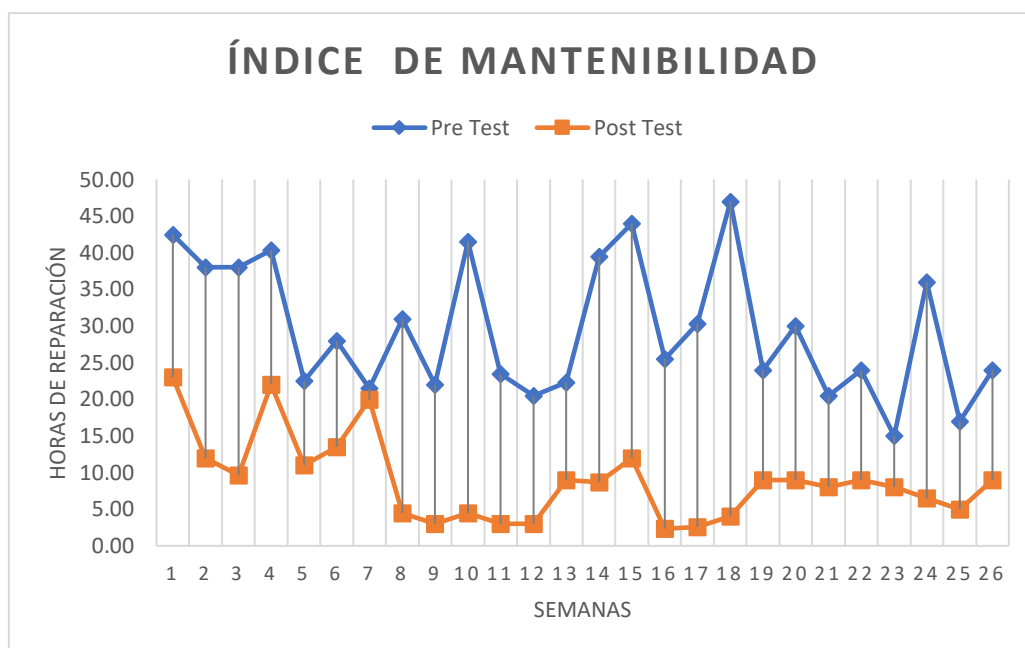


Figura 13. Índice de Mantenibilidad a los Montacargas ERP035VT

Interpretación: Según la tabla N°12 y la figura N°13 se puede evidenciar que los datos pre-test obtenidos en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 se dan un promedio de 29.56 horas que toma poner operativo un montacargas, al aplicar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad desde el 02 enero al 29 junio del 2019 se extrae los datos de la post-test con un promedio de 8.89 horas que toma la reparación para resolver la avería reportada, perfeccionando el tiempo de reacción para poner operativo la maquinaria a una reducción de 20.67 horas.

Indicador: Índice de probabilidad funcional de los montacargas eléctricos ERP035VT en el tiempo solicitado.

Tabla 13

Porcentaje de Disponibilidad

Semanas	Disponibilidad Pre - Test %	Disponibilidad Post - Test %
1	71.70	87.59
2	80.57	94.36
3	71.59	95.64
4	73.38	92.50
5	88.97	94.79
6	84.40	95.83
7	86.38	93.78
8	84.45	98.51
9	79.97	98.76
10	75.01	97.45
11	76.05	98.52
12	85.69	98.68
13	83.12	96.90
14	80.29	97.43
15	78.71	95.09
16	83.89	99.07
17	75.40	99.11
18	79.61	98.32
19	88.33	95.95
20	80.16	96.62
21	89.81	96.14
22	85.09	95.62
23	85.36	96.18
24	79.34	97.42
25	90.20	97.74
26	85.52	96.07
Promedio	81.65	96.31

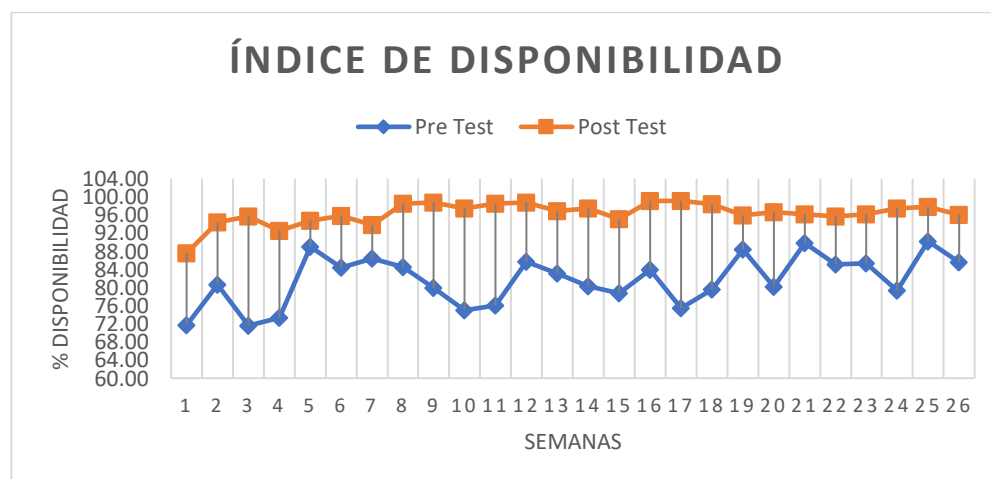


Figura 14. Índice de Disponibilidad a los Montacargas ERP035VT

Interpretación: Visualizando la tabla N°13 y la figura N°14 se evidencia la información pre-test conseguida en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 se da un valor promedio de 81.65% de disponibilidad operativa de los montacargas. Asimismo, al poner en práctica el método de mantenimiento centrado en confiabilidad aplicado a 26 semanas desde el 02 enero al 29 junio del 2019 se logra realizar la prueba post-test con un valor promedio de 96.31% que los montacargas funcionen con éxito cuando lo requieran, este resultado logra mejorar significativamente a un 14.66% de la disponibilidad de los montacargas.

3.4. Análisis descriptivo de la variable dependiente

Indicador: Nivel porcentual de mantenimientos proactivos planeados a los montacargas eléctricos ERP035VT.

Tabla 14

Porcentaje de Eficiencia

Semanas	Eficiencia Pre Test %	Eficiencia Post Test %
1	79.17	80.56
2	43.75	89.52
3	45.83	93.75
4	75.00	91.13
5	87.50	89.44
6	80.23	96.51
7	89.80	94.19
8	86.05	95.35
9	87.50	95.83
10	61.90	94.44
11	67.22	87.50
12	72.78	95.83
13	83.06	96.77
14	87.76	93.59
15	87.50	92.31
16	78.21	97.44
17	70.51	88.46
18	78.23	97.58
19	79.84	94.35
20	90.23	97.96
21	85.53	95.92
22	77.63	80.16
23	83.33	91.27
24	80.16	94.90
25	60.42	91.67
26	88.78	93.88
Promedio	77.23	92.70

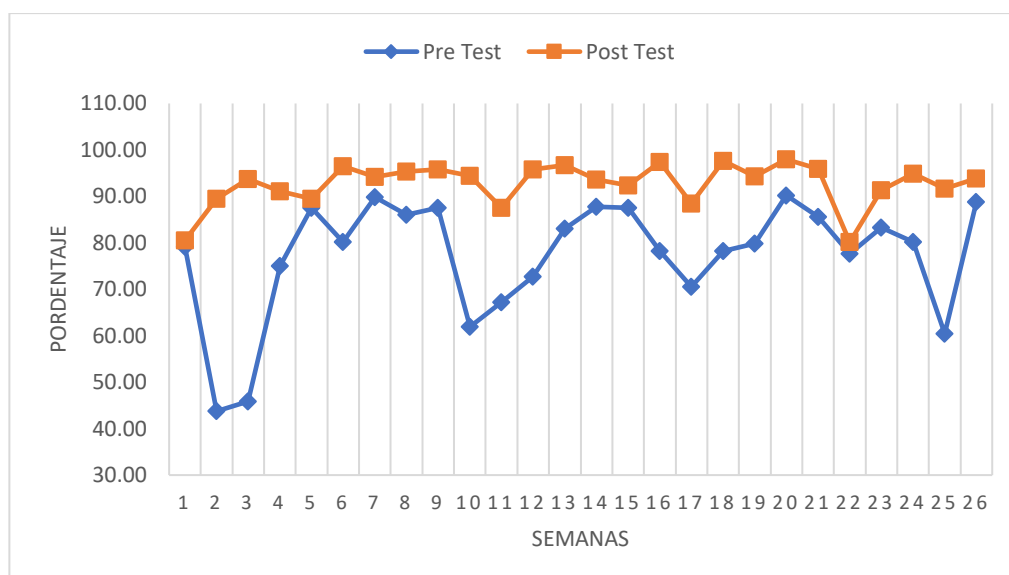


Figura 15. Índice de Eficiencia al Área de Mantenimiento

Interpretación: Para explicar la tabla N°14 y la figura N°15 primero se muestra los datos pre-test tomados en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 que se obtuvo un promedio 77.23% de tareas proactivas, el siguiente paso fue la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad desde el 02 enero al 29 junio del 2019, teniendo como resultados los datos del post-test con un promedio de 92.70% de realizar las reparaciones y mantenimientos planeados a los montacargas, incrementando la eficiencia a un 15.48% de los trabajos de mantenimientos.

Indicador: Nivel porcentual del cumplimiento de tareas correctivas y proactivas a los montacargas ERP035VT.

Tabla 15

Porcentaje de Eficacia

Semanas	Eficacia Pre Test %	Eficacia Post Test %
1	43.75	50.56
2	52.08	54.03
3	45.83	77.08
4	58.33	72.58
5	37.50	52.22
6	33.72	56.98
7	43.88	75.58
8	38.37	66.28
9	69.64	85.42
10	46.83	73.81
11	32.22	91.67
12	40.00	81.25
13	45.16	82.26
14	60.20	88.46
15	62.50	83.33
16	70.51	85.90
17	55.13	74.36
18	65.32	71.77
19	63.71	81.45
20	59.40	79.59
21	77.63	84.69
22	77.63	84.13
23	39.58	77.78
24	46.83	83.67
25	47.92	85.42
26	60.20	82.65
Promedio	52.84	76.27

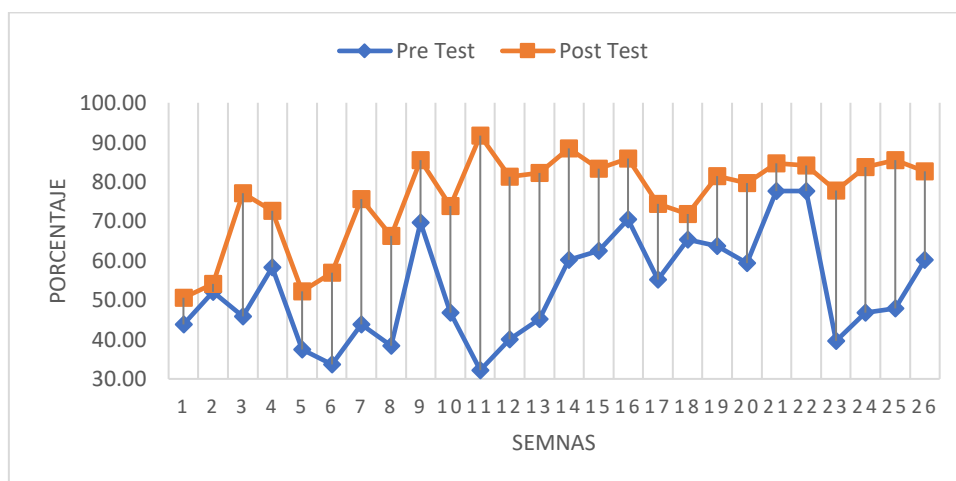


Figura 16. Índice de Eficacia al Área de Mantenimiento

Interpretación: Aclarando el significado de la tabla N°15 y la figura N°16 se puede evidenciar que los datos pre-test obtenidos en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 se da una eficacia de 52.84% en que el área de mantenimiento realiza las mantenimiento preventivos y correctivos a los montacargas, al aplicar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad desde el 02 enero al 29 junio del 2019 se extrae los datos de la post-test con un promedio de 76.23% que son eficaces el área de mantenimiento en cumplir las tareas preventivas y correctivas, perfeccionando a una eficacia de 23.42%.

Indicador: Nivel porcentual de la productividad del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A.

Tabla 16

Porcentaje de Productividad

Semanas	Productividad Pre Test %	Productividad Post Test %
1	34.64	40.73
2	22.79	48.37
3	21.01	72.27
4	43.75	66.14
5	32.81	46.71
6	27.06	54.99
7	39.40	71.19
8	33.02	63.20
9	60.94	81.86
10	28.99	69.71
11	21.66	80.21
12	29.11	77.86
13	37.51	79.60
14	52.83	82.79
15	54.69	76.92
16	55.14	83.69
17	38.87	65.78
18	51.10	70.04
19	50.86	76.85
20	53.59	77.97
21	66.40	81.24
22	60.27	67.44
23	32.99	70.99
24	37.53	79.40
25	28.95	78.30
26	53.45	77.59
Promedio	41.13	70.84

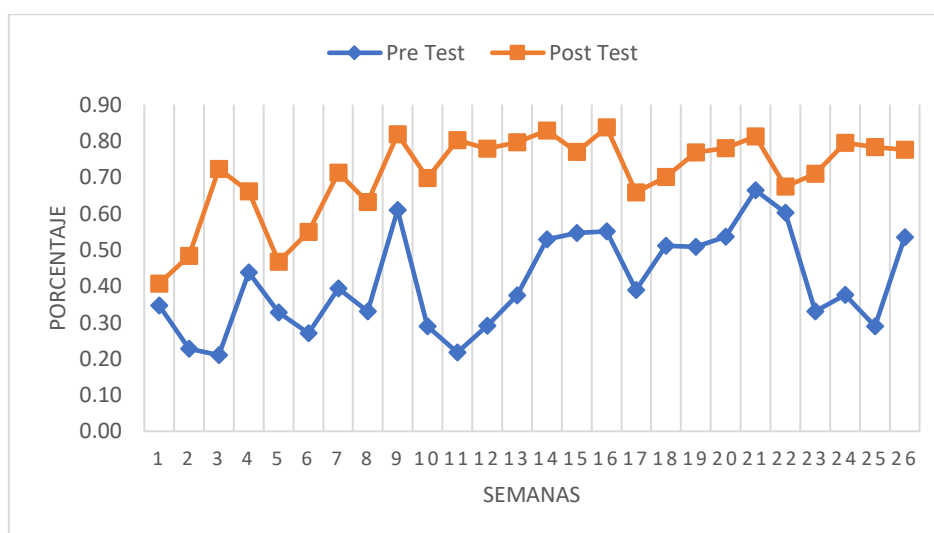


Figura 17. Índice de Productividad al Área de Mantenimiento

Interpretación: Según la tabla N°16 y la figura N°17 se puede evidenciar que los datos pre-test obtenidos en 26 semanas desde 01 julio al 29 diciembre del 2018 se da una productividad de 41.13% en el área de mantenimiento, al aplicar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad desde el 02 enero al 29 junio del 2019 se extrae los datos de la post-test con un promedio de 70.84% que es la productividad el área de mantenimiento, incrementando un 29.71% de la productividad.

3.5. Análisis estadístico inferencial de la variable dependiente

En la presente tesis se examinarán detalladamente los datos tomados antes y después de la variable dependiente que es la productividad del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A, con sus dimensiones eficiencia y eficacia, el primer paso es la prueba de normalidad.

“Si $N < 30$ y la población decididamente no es normal, debemos recurrir a una prueba no paramétrica” (Walpole, Myers y Keying, 2015, p. 656).

Para realizar la prueba de normalidad se utiliza los siguientes parámetros.

$N < 30$ Shapiro - Wilk $N > 30$ Kolmogorov
--

$N = 26$ por lo tanto se utiliza Shapiro – Wilk

Tabla 17

Cuadro de tipo de datos

	Antes	Después	Conclusión
SIG> 0.05	SI	SI	Paramétrico
SIG> 0.05	SI	NO	No paramétrico
SIG> 0.05	NO	SI	No paramétrico
SIG> 0.05	NO	NO	No paramétrico

Si:

SIG \geq 0.05: Datos paramétricos (Los datos provienen de una distribución normal)

SIG<0.05: Datos no paramétricos (Los datos no provienen de una distribución normal)

3.5.1. Ensayo de normalidad para la dimensión de eficiencia

Tabla 18

Resultado de procedimiento de datos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Pre Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%
Eficiencia Post Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%

Fuente: Análisis SPSS25

Tabla 19

Desviación de normalidad

	Shapiro - Wilk		Sig.
	Estadístico	Gl	
Eficiencia Pre Test	,841	26	,001
Eficiencia Post Test	,857	26	,002

Fuente: Análisis SPSS25

Interpretación: En la tabla N°19 se puede interpretar que el nivel de significancia en la eficiencia Pre Test es de ,001 obtenidos en 26 semanas de las tareas proactivas del área de mantenimiento, por otro lado, la significancia de la eficiencia Post Test tomado en 26 semanas se consigue un valor de ,002. En resumen, los dos valores antes mencionados son menores que 0,05 por lo tanto los datos son no paramétricos, en este sentido se debe realizar una prueba estadística de Wilconxon para probar la hipótesis de la dimensión “eficiencia” que veremos a continuación.

Validación de hipótesis específica de la dimensión eficiencia

En este punto se debe realizar la validación de hipótesis usando la prueba de Wilconxon para las muestras no relacionadas por que los datos son no normales.

H₀: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

H₁: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Regla de decisión:

H₀: $\mu_{\text{Eficiencia_pre_test}} \leq \mu_{\text{Eficiencia_post_test}}$

H₁: $\mu_{\text{Eficiencia_pre_test}} > \mu_{\text{Eficiencia_post_test}}$

Tabla 20

Validación de hipótesis específica de la eficiencia

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Eficiencia Pre Test	26	44,00	90,00	77,307	12,572
Eficiencia Post Test	26	80,00	98,00	92,730	4,626

Fuente: Análisis SPSS25

Explicación: Se puede apreciar que en la tabla N°20 la media de eficiencia pre test se obtiene 77,307 este valor es inferior a los 82,730 de la eficiencia después de la prueba post tes, con esta información se acepta la hipótesis alterna quedando demostrado lo siguiente:

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Tabla 21

Prueba de hipótesis Wilconxon

	Eficiencia Post_test - Eficiencia Pre_test
Z	-4,459 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: Análisis SPSS25

Regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $p \text{ valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Explicación: En la tabla N°21 se refleja la significancia asintótica en la eficiencia pre test y post test con un valor a 0,000 esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se reconoce la hipótesis alterna, en otras palabras, quiere decir que la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

3.5.2. Ensayo de normalidad para la dimensión de eficacia

Tabla 22

Resultado de procedimiento de datos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia Pre Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%
Eficacia Post Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%

Fuente: Análisis SPSS25

Tabla 23

Desviación de normalidad

	Shapiro - Wilk		Sig.
	Estadístico	Gl	
Eficacia Pre Test	,957	26	,334
Eficacia Post Test	,858	26	,002

Fuente: Análisis SPSS25

Interpretación: En la tabla N°23 se puede interpretar que el nivel de significancia en la eficiencia Pre Test es de ,334 obtenidos de la eficacia, por otro lado, la significancia de la eficiencia Post Test tomado en 26 semanas se consigue un valor de ,002. En resumen, el primer valor es mayor a 0,05 y el segundo valor es menor que 0,05 por lo tanto los datos son no paramétricos, en este sentido se debe realizar una prueba estadística de Wilcoxon para probar la hipótesis de la dimensión “eficacia” que veremos a continuación.

Validación de hipótesis específica de la dimensión eficacia

Se debe realizar la validación de hipótesis usando la prueba de Wilconxon para las muestras no paramétricas.

H₀: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

H₁: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Regla de decisión:

H₀: $\mu_{\text{Eficacia_pre_test}} \leq \mu_{\text{Eficacia_post_test}}$

H₁: $\mu_{\text{Eficacia_pre_test}} > \mu_{\text{Eficacia_post_test}}$

Tabla 24

Validación de hipótesis específica de la eficacia

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Eficacia Pre Test	26	32,00	78,00	52,923	13,196
Eficacia Post Test	26	51,00	92,00	76,269	11,407

Fuente: Análisis SPSS25

Explicación: Se puede apreciar que en la tabla N°23 la media de eficacia pre test se obtiene 52,923 este valor es inferior a los 76,269 de la eficacia después de la prueba post tes, con esta información se acepta la hipótesis alterna quedando demostrado los siguiente:

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Tabla 25

Prueba de hipótesis Wilconxon

	Eficacia Post_test - Eficacia Pre_test
Z	-4,460 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: Análisis SPSS25

Regla de decisión:Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.Si $p \text{ valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Explicación: En la tabla N°25 se refleja la significancia asintótica en la eficacia pre test y post test con un valor a 0,000 esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se reconoce la hipótesis alterna, en otras palabras, quiere decir que la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

3.5.3. Ensayo de normalidad para la dimensión de productividad

Tabla 26

Resultado de procedimiento de datos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia Pre Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%
Eficacia Post Test	26	100.00%	0	0.00%	26	100.00%

Fuente: Análisis SPSS25

Tabla 27

Desviación de normalidad

	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Productividad Pre Test	,941	26	,146
Productividad Post Test	,857	26	,002

Fuente: Análisis SPSS25

Interpretación: En las tabla N°27 se puede interpretar que el nivel de significancia en la eficiencia Pre Test es de ,146 obtenidos de la productividad, por otro lado, la significancia de la productividad Post Test tomado en 26 semanas se consigue un valor de ,002. En resumen, el primer valor es mayor a 0,05 y el segundo valor es menor que 0,05 por lo tanto los datos son no paramétricos, en este sentido se debe realizar una prueba estadística de Wilconxon para probar la hipótesis general “productividad” que veremos a continuación.

Validación de hipótesis general de la productividad

Se debe realizar la validación de hipótesis usando la prueba de Wilconxon para las muestras no paramétricas.

H₀: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

H₁: La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{\text{Productividad_pre_test}} \leq \mu_{\text{Productividad_post_test}}$

H1: $\mu_{\text{Productividad_pre_test}} > \mu_{\text{Productividad_post_test}}$

Tabla 28

Validación de hipótesis específica de la productividad

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Productividad Pre Test	26	21,00	66,00	41,193	13,281
Productividad Post Test	26	41,84	98,00	70,84	11,698

Fuente: Análisis SPSS25

Explicación: Se puede apreciar que en la tabla N°27 la media de productividad pre test se obtiene 41,193 este valor es inferior a los 70,846 de la productividad después de la prueba post tes, con esta información se acepta la hipótesis alterna quedando demostrado los siguiente:

La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

Tabla 29

Prueba de hipótesis Wilconxon

	Productividad Post_test - Productividad Pre_test
Z	-4,458 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: Análisis SPSS25

Regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $p \text{ valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Explicación: En la tabla N°28 se refleja la significancia asintótica en la productividad pre test y post test con un valor a 0,000 esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se reconoce la hipótesis alterna, en otras palabras, quiere decir que la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019.

IV. DISCUSSION

En el presente estudio queda argumentado que la productividad del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. a mejorado incrementando significativamente la eficiencia de las tareas proactivas de mantenimiento, del mismo modo la eficacia del cumplimiento y control constante de los mantenimientos preventivos y reparaciones.

Primera Discusión

En esta primera discusión se va a tomar la tabla N°14 que refiere a eficiencia antes de poner en práctica la metodología del RCM dando como valor promedio es de 77.23% correspondiente a tareas proactivas planeadas a los montacargas eléctricos ERP035VT. Después de emplear el RCM se da un incremento con un promedio de 92.70% de desempeño en mantenimientos y reparaciones planeadas a los activos tangibles dando como resultado un 15.48% de eficiencia adicional.

Castillo (2017) en su tesis: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad. El autor concluye que toma de datos de eficiencia antes era de 70.60% y con la metodología RCM logró aumentar un 26.50% obteniendo un 97.10% de eficiencia final.

Además, Sinfonte y Reyes (2017) dijeron: Las declaraciones de funcionamiento con respecto a los estándares de eficiencia, como el consumo máximo de combustible permitido para motores estacionarios o incluso calderas, se usan a menudo en el análisis RCM. En otras palabras, los propietarios de activos esperan que sus activos cumplan sus funciones principales de una manera eficiente y económica, y esto es una cuestión importante para el proceso RCM

Señalaron que gestionando una planificación y programa de mantenimiento analizando los modos de falla y determinando las técnicas para las tareas proactivas que indica el principio de la metodología RCM, también se optimizan los recursos como el tiempo para ser eficientes en dichas tareas.

Segunda Discusión

Siguiendo los resultados de la tabla N°15 se refleja el ejecución de los mantenimientos correctivos y planificados a los montacargas eléctricos ERP035VT con la prueba antes originando la eficacia al 52.84% en que el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., la prueba posterior con la metodología RCM dio un alcance promedio de 76.23% que son eficaces las tareas preventivas y correctivas ejecutados por el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., sumando un 23.42% más en ser eficaces con el cumplimiento de los eventos ya antes mencionados.

Álvarez, Z (2017) en su tesis: Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca. El autor concluyó que poniendo en práctica el método RCM se determina un plan de mantenimiento analizando las fallas críticas en los vehículos de emergencia, reduciendo los costos y realizando eficazmente las tareas de mantención, cumpliendo con el objetivo de tener los vehículos disponibles para la atención del personal de la institución.

Por otro lado, comento Mora (2016) “Realizar las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento” (p. 289). El autor indicó que la que la eficacia del mantenimiento es cumplir las tareas de reparación, arreglar lo que está mal estado y también realizar los mantenimientos preventivos y cumplir lo mantenimientos predictivos.

Lo comentado anteriormente se enfoca en el seguimiento minucioso de la actividad a ejecutarse, en este caso es cumplir con los mantenimientos preventivos y correctivos, realizando un control para comprobando si efectivamente se obtiene dichos resultados.

Tercera Discusión

La productividad del área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., según la tabla N°16 se evidencia que los datos antes son de 41.13% y aplicar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad, se extrae los datos de la posteriores con un promedio de 70.84% incrementando un 29.71% de la productividad.

Mejía (2017) en su tesis, propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersas transportes y servicios SRL. El autor concluyó que implementando el RCM se obtiene un aumento la productividad en un 7% dejando en la empresa Ersas Transporte y servicios SRL, declarando una utilidad de 43,200 soles mensuales y ahorra en los costos y gastos en 27, 349.46 soles anuales.

Según Mora (2016) dijo: La productividad en el mantenimiento está más asociada a indicar el número de servicios prestados por unidad de tiempo (p. 286). El autor indicó que la productividad en el mantenimiento se refiere al cumplimiento de los servicios por un periodo de tiempo, para ello se debe de considerar principalmente como recurso la mano de obra directa.

Por otro lado, Gonzales (2015) explicó: “Una de las técnicas organizativas más actuales para aplicar en mantenimiento y mejorar significativamente sus resultados es la del mantenimiento centrado en la confiabilidad” (p.98). El autor argumentó que el mantenimiento centrado en confiabilidad al ponerlo en práctica en una organización mejora los resultados.

Con estos antecedentes se entiende que la productividad es una palabra que enmarca dos factores que son ingresos y salidas, en nuestro caso mantener los activos físicos en el tiempo. De esta manera si se mantiene una cultura de familiarizarse con la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad se va a obtener resultados favorables en la práctica.

Cuarta Discusión

En tabla N°13 donde la probabilidad funcional de los montacargas eléctricos ERP035VT se evidencia pre-test un valor promedio de 81.65% de disponibilidad del activo. Asimismo, al poner en práctica el método de mantenimiento centrado en confiabilidad se logra una prueba post-test con un valor promedio de 96.31% que los montacargas funcionen con éxito cuando lo requieran, donde aumento un 14.66%.

Mientras que Siguar (2018) en su tesis, propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad de cargadores frontales 980H Caterpillar.

Concluye que se neutralizaron las ocurrencias de fallas críticas y aumentaron la disponibilidad de los cargadores frontales un 85% superando considerablemente los resultados anteriores.

Por otro lado, Sinfonte y Reyes (2017) dijeron, es el período de tiempo programado para el que un activo es capaz de realizar su función especificada. Expresa la probabilidad de que un elemento, bajo la influencia combinada de su confiabilidad, mantenibilidad y soporte de mantenimiento, será capaz de cumplir con su función requerida durante un período de tiempo establecido y cuando se le llame para hacerlo (p.37).

En este apartado indicaron que la disponibilidad de un activo tangible es cuando cumple sus funciones según su capacidad operativa en el tiempo que lo necesite el usuario, para ello debe estar de la mano la confiabilidad y la mantenibilidad de todos los sistemas de la maquinaria con este control se obtendrá un resultado beneficioso a la organización.

V. CONCLUSIONES

Tomando en referencia a nuestra problemática estudiada y poniendo en práctica el método RCM el beneficio de poder medir y controlar los trabajos del área de mantenimiento con los indicadores de productividad, se identificó los componentes que sufrían averías constantes con el AMFE minimizando los mantenimientos correctivos y mejorando los preventivos.

Primera conclusión

Incrementó la productividad en el área de mantenimiento un 29,71%, quiere decir que antes se tenía un valor de 41.13% y aplicando el método RCM se obtuvo un 70.84%. Se manejó una planificación estratégica de mantenimientos para cada componente crítico como análisis de aceite, control de presiones hidráulicas, testeado del sistema eléctrico entre otros, quiere decir que la eficiencia mejoro a 15.48% y controlando lo programado para verificar su atención del servicio preventivo, predictivo o correctivo, en este último caso se refleja una eficacia incrementando a un 23.42 % cumpliendo los objetivos.

Segunda conclusión

La disponibilidad de los montacargas eléctricos funcione con éxito cuando lo requieran ascendió a un 14.66%, esto significa antes se tenía un 81.65% y luego de poner en práctica la metodología RCM se obtuvo un 96.31%. En resumen, aumento el tiempo promedio de cumplir su función sin averías de 134.88 horas a 236.66 horas y disminuyo el tiempo promedio de 29.56 horas a 8.89 horas para las reparaciones y resolver la falla reportada poniendo en funcionamiento.

Tercera conclusión

Respecto a los costos y gastos de mantenimiento preventivo y correctivo antes tuvo un consumo valorizado en US \$ 55,652.12 dólares americanos y al implementar el método basados al RCM se reflejó un valor de 42,211.32 dólares americanos quiere decir que hubo una reducción de insumos y repuestos de US \$13,440.80 dólares americanos más impuestos, a esto agregándole que no se tuvo que asumir ninguna penalidad. Por incumplimiento de contrato.

VI. RECOMENDACIONES

En esta última instancia y con la experiencia de la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad, los retos asumidos día a día y con la comunicación directa con las personas involucradas al proceso del servicio de alquileres de montacargas eléctricos se propone las siguientes recomendaciones:

Primera recomendación

Estandarizar los procedimientos del método RCM desde el objetivo del área de mantenimiento, la formación del equipo RCM, hojas informativas y hojas de decisión para los actuales activos físicos como para los que recién ingresen a contratos, a esto se suma las capacitaciones continuas estas no deben faltar ya que las maquinarias están a la custodia del personal técnico y como último paso el seguimiento y control de estas actividades para mejorar o proponer nuevas ideas para beneficio de la organización.

Segunda recomendación

Se recomienda para un nuevo contrato de montacargas negociar con fábrica la obtención de la licencia de telemetría que es un software de nivel uno, este permite visualizar los horómetros en línea, planes y cronogramas de mantenimiento, costeo, ubicación e incidencias de operación, con la finalidad de solicitar un paquete que cubran el actual inventario de máquinas que alquilamos, ya que ayudara a la gestión administrativa a procesar los datos y analizarlos.

Tercera recomendación

Adicionalmente se recomienda como mejora para obtener una visión coherente y ordenada el uso técnicas Lean, se invita a poner en práctica la herramienta de 5 S que va a permitir tener nuestra área de trabajo en condiciones óptimas, esto implica crear hábitos al personal que tengan la iniciativa distinguir lo que es necesario para sus tareas diarias, el ordenar poniendo cada cosa en su lugar, evitar que se ensucie el lugar de trabajo, estandarizar lo anteriormente dicho para todo el personal y que se genere una auto disciplina.

REFERENCIAS

- Álvarez, I. (2017). *Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca*. Universidad Politécnica Selesiana, Ecuador. Recuperada de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14200/1/UPS-CT006981>.
- Basson, M. (2018). *RCM3: Risk-Based Reliability Centered Maintenance*. U.S.: Industrial Press.
- Bakke, N. (2018). *Reliability Centered Maintenance (RCM) of the Autonomous Passenger Ferry in Trondheim*. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Noruega.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. (3ra.ed)*. Colombia: Pearson Educación.
- Castillo, E. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad*. Universidad Católica Santo Torivio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú. Recuperada de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/915>
- Campbell, J. (2015). *Strategies for Excellence in Maintenance Management (3ra ed.)*. U.S.: Taylor & Francis Group LLC.
- Cárcel, F. (2014). *La Gestión del Conocimiento en la Ingeniería del Mantenimiento Industrial*. España: Omnia Publisher SL.
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Checa, E. (2018). *Dirección de la Actividad Empresarial de Pequeños Negocios o Microempresas (2da ed.)*. España: IC Editorial.
- Dounce, E. (2014). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial (3ra ed.)*. México: Grupo Editorial Patria S.A.
- Duffuaa, S. (2013). *Sistema de Mantenimiento: Planificación y Control*. México: Limusa Wiley.
- Gandur, (2017). *Adaptación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en un sistema critico de aire acondicionado de la clínica Universitaria Bolivariana*. Bolivia.

- Galar, Sandborn y Kumar, (2017). *Maintenance Costs and Life Cycle Cost Analysis*. U.S.: CRS Press.
- Gonzales, F. (2015). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado (5ta ed.)*. España: Fundación Confemetal.
- Gonzales, V. (2016). *Propuesta de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a Equipo Ferroviario Limpia vías Rock – Loader, de la Unidad Quebrada Teniente Codelco* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gupta, S y Starr, M. (2015). *Production and Operations Manangement Systems*. U.S.: CRS Press.
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad (4ta ed.)*. México: Interamericana Editores.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas cuantitativas, cualitativas y Mixtas*. México: Interamericana Editores.
- Interconsulting Bureau ICB, (2014). *Herramientas de Medida de la Productividad*. Malaga: ICB Editores.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) *Informe Tecnico de Producción Nacional marzo 2019*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-de-produccion-nacional-marzo2019.pdf>
- ISO 14224 (2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. Recuperado de <http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2016/12/ISO-14224-2016.pdf>
- Mejía, R. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersat transportes y servicios SRL*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/usat/912>
- Minh, Majurin y Mehtha (2015). *People and Productivity*. Ginebra: International Labour Office.
- Montilla, C. (2016). *Fundamentos de Mantenimiento Industrial*. Colombia: Editorial UTP.

- Mora, A. (2016). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor. Recuperada de <https://www.amazon.es/Mantenimiento-planeaci%C3%B3n-ejecuci%C3%B3n-y-control-ebook/dp/B01HHBZNME>
- Moubray, J. (2004). *RCM II: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad* 2da ed. North Carolina: Aladon CCL
- Mwamadzingo y Chinguwo, (2015). *Productivity Improvement and Role of Trade Unions*. Ginebra: International Labour Organization
- Organización de las Naciones Unidas (2019) *Situación y perspectiva económica mundial* Recuperado de <https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/situacion-y-perspectivas-de-la-economia-mundial-en-2019-resumen-ejecutivo/>
- Palomares, E. (2015). *Implementación de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral de la compañía minera Milpo, unidad El Porvenir*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Prokopenko, J. (1998) *Gestión de la productividad: Manual Práctico*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Rodríguez, A. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para maquinaria pesada de construcción* (Tesis de Maestría). Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Ross, J. (2018). *The Reliability Excellence Workbook*. U.S. Industrial Press.
- SAE International (2018). *Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)*. Recuperado de https://www.sae.org/standards/content/ja1011_200908/
- SAE International (2018). *Una guía para el estándar de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)*. Recuperado de https://www.sae.org/standards/content/ja1012_201108/
- Sifonte y Reyes (2017). *Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R*. U.S.: Taylor & Francis Group LLC.

- Siguas (2018) en su tesis titulada: Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad de cargadores frontales 980H caterpillar. Desarrollado en la Universidad de Ciencias Aplicadas
- Tasilla, S. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Tecoldher, Cajamarca 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Perú.
- Valderrama, S. (2015). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 5ta ed.* Lima: Edición San Marcos.
- Villanueva, M. (2017). *Gestión de mantenimiento basado en confiabilidad de las redes de sub sistemas de distribución eléctrico 22.9/13.2 Kv de San Gabán – Ollachea.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Yengle, E. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento bsado en RCM para incrementar la rentabilidad en la operación Cerro Corona de la empresa Contratistas Generales S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2018.									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Variable independiente Mantenimiento centrado en confiabilidad	Es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos mas importantes de un contexto operacional (Mora, 2016, p.444).	El mantenimiento centrado en confiabilidad es una norma estandarizada para reducir las consecuencias de las fallas mejorando la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas.	Disponibilidad	Índice de Probabilidad Funcional de la Máquina	Razón	Observación	Ficha de Registro (Orden de Trabajo)	Porcentaje	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ Donde: MTBF: Promedio de tiempo entre fallas. MTTR: Promedio de tiempo de reparaciones correctivas.
			Confiabilidad	Índice de Probabilidad de Funcionamiento sin Falla de la Máquina	Razón	Observación	Ficha de Registro (Orden de Trabajo)	Promedio	$C = \frac{TBF}{UT}$ Donde: C: Es el promedio de tiempos entre fallas. TBF: Tiempo entre fallas. UT: Número de Tiempo Útil en que el equipo funciona correctamente.
			Mantenibilidad	Índice de Tiempos de Reparación de la Máquina	Razón	Observación	Ficha de Registro (Orden de Trabajo)	Promedio	$M = \frac{TTM}{DT}$ Donde: M: Promedio de tiempos de reparaciones correctivas. TTR: Tiempo que demora la reparación. DT: Número de Tiempo no operativo.
Variable dependiente Productividad en el área de mantenimiento	La productividad en el mantenimiento esta más asociada a indicar el numero de servicios prestados por unidad de tiempo. La forma como se utilicen los factores productivos incide en la eficiencia y la eficacia de los bienes o servicios (Mora, 2016, p.287).	La productividad en el mantenimiento es la relación de los servicios realizados con los recursos utilizados con el objetivo de ser eficiente y eficaz.	Eficiencia	Índice de Tiempo en los Mantenimientos	Razón	Observación	Ficha de registro (Orden de trabajo) y (Programa de Mantenimiento)	Porcentaje	$Ef = \frac{HHT}{HHP} \times 100\%$ Donde: H.H.T: Horas Hombre trabajadas por semana. H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.
			Eficacia	Índice de Mantenimientos Realizados	Razón	Observación	Ficha de registro (Orden de trabajo) y (Programa de Mantenimiento)	Porcentaje	$E = \frac{MR}{HHP} \times 100\%$ Donde: M.R: Mantenimientos realizados por semana. H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.

Fuente: Elboración Propia

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2018.									
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
General	General	Principal							
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis, 2018?	Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	Variable independiente Mantenimiento centrado en confiabilidad	Es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional (Mora, 2016, p.444).	El mantenimiento centrado en confiabilidad es un norma estandarizada para reducir las consecuencias de las fallas, mejorando la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la máquinas.	Disponibilidad	Índice de Probabilidad Funcional de a máquina	Razón	Cuantitativo
						Confiabilidad	Índice de Probabilidad de funcionamiento sin fallas de la máquina	Razón	Descriptivo Experimental
Específicas	Específicos	Secundarias							
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis, 2018?	Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	Variable dependiente	La productividad en el mantenimiento está más asociada a indicar el número de servicios prestados por unidad de tiempo. La forma como se utilicen los factores productivos incide en la eficiencia y eficacia de la generación de bienes o servicios (Mora, 2016, p. 287).		Mantenibilidad	Índice de tiempo de reparación de la máquina	Razón	Aplicada
						Eficiencia	Índice de Tiempo en los Mantenimientos	Razón	Cuasi - experimental
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A. San Luis, 2018?	Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	La aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018.	Productividad en el área de mantenimiento		La productividad en el mantenimiento es la relación de los servicios realizados con los recursos utilizados con el objetivo de ser eficiente y eficaz.	Eficacia	Índice de Mantenimientos Realizados	Razón	Longitudinal

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3: Ordenes de trabajo



ORDEN DE TRABAJO

Nº 091314

FECHA: 08/12/18

Av. Nicolás Ayllón N° 1820
San Luis - Lima - Perú
Central Telefónica: (51-1) 719 8800
Servicio Técnico
E-mail: taller@maquiperu.com
www.maquiperu.com

YALE # 14

CENTRO DE COSTOS

COMERCIAL	
ARRIENDO	X
GARANTÍA	
TALLER	

1. Información General

1.1 Datos del Cliente

Empresa	Executive - Protisa	Contacto	Karvin Quispe
E-mail		Nº Teléfono	
Dirección	Ave. 10. Rosales.		

1.2 Datos del Equipo

Equipo	Montacarga	Marca	YALE	Modelo	ERPO33UT	Nº Serie	0100 P
Motor		Modelo		Nº Serie		Horómetro	8394 (Horas)
Trabajo Realizado	Mecánico	Hidráulico		Eléctrico		Otros	

2. Observaciones del Cliente

3. Informe de reparación

Mantenimiento Preventivo.

- Limpieza a todo el sistema eléctrico con aire comprimido
- Cambio de Aceite hidráulico
- Cambio filtro de Aceite hidráulico.
- Cambio Tapa del respiradero.
- Cambio de Aceite de Freno.
- Limpieza y engrase de Mecanismo
- Engrase a las Juntas de Fricción
- Inspección luces de Fara delantero y posterior OK.
- Limpieza e Inspección de Agua destilada en Batería OK.
- Cambio de Aceite a los Cubos de Tracción
- Equipo Operativo.

4. Recomendaciones

5. Requerimiento de repuestos adicionales

Código	Cantidad	Detalle
1		
2		
3		
4		
5		

6. Personal de Servicio Técnico

DNI	Nombre y Apellidos
1	Guillermo Campos Jr.
2	Junior Carrasco
3	
Faena	Hora Inicio: 9:00 Am Hora Fin: 3:00 Pm

7. Unidad de Servicio

Placa	Km. Salida	Hora Salida	Km. Entrada	Hora Entrada	Chofer

NOTA: Sr. Cliente, para una mejor atención es necesario que antes de firmar esta orden de trabajo, verifique las horas de inicio y hora fin de faena.

8. Emisores

MAQUIPERU S.A.

KEVIN E. CAMARRA
SUPERVISOR DE SERVICIOS - ALQUILERES
Jefe de Servicio

[Firma]

Firma
Técnico

[Firma]

Firma y VºBº
Cliente

14

CENTRO DE COSTOS

COMERCIAL	
ARRIENDO	✓
GARANTÍA	
TALLER	

1. Información General

1.1 Datos del Cliente

Empresa	EXECUTIVE	Contacto	KERVIN QUISPE
E-mail		N° Teléfono	
Dirección	LOS ROSALES		

1.2 Datos del Equipo

Equipo	TRONCACA	Marca	YPLE	Modelo	EXP 035 UT	N° Serie	101007
Motor		Modelo		N° Serie		Horómetro	10016 (Horas)
Trabajo Realizado		Mecánico		Hidráulico		Eléctrico	Otros

2. Observaciones del Cliente

3. Informe de reparación

- Mantenimiento Preventivo**
- SE HIZO LIMPIEZA CON AIRE COMPROMIDO TODO EL EQUIPO EN GENERAL.
 - SE CAMBIO ACEITE HIDRAULICO NUEVAS
 - SE CAMBIO FILTRO RESPIRADERO NUEVAS
 - SE CAMBIO ACEITE DE LOS CUBOS
 - SE CAMBIO FILTRO HIDRAULICO NUEVAS
 - SE REVISÓ NIVEL DE AGUA DE LA BATERIA OK
 - SE VERIFICÓ TODAS LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS, FOCOS OK
 - SE CAMBIO SIEGROS DE LA TAPA DE LA BATERIA NUEVAS
 - SE ENGRASO TODO LOS PUNTOS DE ENGRASE Y EL MASTIL

4. Recomendaciones

EQUIPO OPERATIVO

5. Requerimiento de repuestos adicionales

Código	Cantidad	Detalle
1		
2		
3		
4		
5		

6. Personal de Servicio Técnico

DNI	Nombre y Apellidos
1	Augusto Reyes
2	
3	
Faena	Hora Inicio: Hora Fin:

7. Unidad de Servicio

Placa	Km. Salida	Hora Salida	Km. Entrada	Hora Entrada	Chofer

NOTA: Sr. Cliente, para una mejor atención es necesario que antes de firmar esta orden de trabajo, verifique las horas de inicio y hora fin de faena.

8. Emisores

MAQUIPERU S.A.

KEVIN ESCOBAR GARCIA
SUPERVISOR DE SERVICIOS - ALQUILERES
Jefe de Servicio

Firma
Técnico

Firma y V°B°
Cliente

Anexo 4: Plan de Mantenimiento de Montacargas Eléctricos ERP035VT

DATOS DE LA MAQUINARIA			ULTIMO MANTTO		MANTENIMIENTO PROGRAMADO					
Modelo	Sistema	Serie	Fecha del servicio	Horómetro	Proximo Servicio (HM)	Horometro Actualizado	Fecha Tentativa de Proximo Mantto		HRS. Trab. De ultimo mantto.	Intervalo de mantto (HR)
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10060P	30/05/2019	8505	9005	8864	04/07/2019	■	359	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10071P	29/04/2019	8895	9395	9254	02/06/2019	■	359	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10073P	22/04/2019	8346	8846	8623	31/05/2019	■	277	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10074P	04/05/2019	8938	9438	9233	06/06/2019	■	295	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10077P	03/05/2019	8865	9365	9194	06/06/2019	■	329	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10425R	10/05/2019	7150	7650	7295	16/06/2019	■	145	500
ERP035VT	ELECTRICO	G807N10072P	06/06/2019	5001	5501	5245	30/07/2019	■	244	500
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10060P	30/05/2019	8505	10505	8864	20/10/2019	■	359	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10071P	29/04/2019	8895	10895	9254	13/09/2019	■	359	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10073P	22/12/2018	8346	10346	8623	28/05/2019	■	277	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10074P	13/12/2018	8938	10938	9233	26/04/2019	■	295	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10077P	14/12/2018	8865	10865	9194	01/05/2019	■	329	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10425R	10/01/2019	7150	9150	7295	10/06/2019	■	145	2000
ERP035VT	UNIDAD MOTIRZ	G807N10072P	13/12/2018	5001	7001	5245	19/07/2019	■	244	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10060P	30/12/2018	8505	10505	8864	22/05/2019	■	359	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10071P	11/12/2018	8895	10895	9254	27/04/2019	■	359	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10073P	22/12/2018	8346	10346	8623	28/05/2019	■	277	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10074P	13/11/2018	8938	10938	9233	27/03/2019	■	295	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10077P	14/12/2018	8865	10865	9194	01/05/2019	■	329	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10425R	10/01/2019	7150	9150	7295	10/06/2019	■	145	2000
ERP035VT	HIDRAULICO	G807N10072P	13/12/2018	5001	7001	5245	19/07/2019	■	244	2000

MAQUIPERU S.A.

 CARLOS RECAVARREN B.
 APODERADO

Anexo 5: Validez de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2018.

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad						
1	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad	SI	No	SI	No	
	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>MTBF: (Mean time between failures) Promedio de tiempo entre fallas.</p> <p>MTTR: (Mean time to repair) Promedio de tiempo de reparaciones correctivas.</p>	✓	✓	✓		
2	DIMENSION 2: Confiabilidad	SI	No	SI	No	
	$C = \frac{TBF}{UT}$ <p>Donde:</p> <p>C: (MTBF) Es el promedio de tiempos entre fallas.</p> <p>TBF: (Time Between Failures) Tiempo entre fallas.</p> <p>UT: (Up Time) Número de Tiempo Útil en que el equipo funciona correctamente.</p>	✓	✓	✓		
3	DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad	SI	No	SI	No	
	$M = \frac{TTR}{DT}$ <p>Donde:</p> <p>M: (MTTR) Promedio de tiempos de reparaciones correctivas.</p> <p>TTR: (Time To Repair) Tiempo que demora la reparación.</p> <p>DT: (Down Time) Número de Tiempo no operativo.</p>	✓	✓	✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad en el área de mantenimiento						
1	DIMENSION 1: Eficiencia	SI	No	SI	No	
	$Eficiencia = \frac{H.H.T}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>H.H.T: Horas Hombre trabajadas por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓	✓	✓		
2	DIMENSION 2: Eficacia	SI	No	SI	No	
	$Eficacia = \frac{M.R}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>M.R: Mantenimientos realizados por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓	✓	✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HA SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANCHEZ RODRIGUEZ LIZ GARCIA DNI: 3274174

Especialidad del validador: DOCTORA EN EDUCACION

Lima 25 de NOVIEMBRE del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2018.

Nº	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias		
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad							
1	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>MTBF: (Mean time between failures) Promedio de tiempo entre fallas.</p> <p>MTTR: (Mean time to repair) Promedio de tiempo de reparaciones correctivas.</p>	✓		✓		✓	
2	DIMENSION 2: Confiabilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$C = \frac{TBF}{UT}$ <p>Donde:</p> <p>C: (MTBF) Es el promedio de tiempos entre fallas.</p> <p>TBF: (Time Between Failures) Tiempo entre fallas.</p> <p>UT: (Up Time) Número de Tiempo Útil en que el equipo funciona correctamente.</p>	✓		✓		✓	
3	DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$M = \frac{TTR}{DT}$ <p>Donde:</p> <p>M: (MTTR) Promedio de tiempos de reparaciones correctivas.</p> <p>TTR: (Time To Repair) Tiempo que demora la reparación.</p> <p>DT: (Down Time) Número de Tiempo no operativo.</p>	✓		✓		✓	
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad en el área de mantenimiento							
1	DIMENSION 1: Eficiencia	SI	No	SI	No	SI	No
	$Eficiencia = \frac{H.H.T}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>H.H.T: Horas Hombre trabajadas por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓		✓		✓	
2	DIMENSION 2: Eficacia	SI	No	SI	No	SI	No
	$Eficacia = \frac{M.R}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>M.R: Mantenimientos realizados por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: PEDRO PACHERRIZ ACARO DNI: 06799436

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL, M.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 13 de NOVIEMBRE del 2018


 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa MAQUIPERU S.A., San Luis, 2018.

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias		
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad							
1	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>MTBF: (Mean time between failures) Promedio de tiempo entre fallas.</p> <p>MTTR: (Mean time to repair) Promedio de tiempo de reparaciones correctivas.</p>	✓		✓		✓	
2	DIMENSION 2: Confiabilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$C = \frac{TBF}{UT}$ <p>Donde:</p> <p>C: (MTBF) Es el promedio de tiempos entre fallas.</p> <p>TBF: (Time Between Failures) Tiempo entre fallas.</p> <p>UT: (Up Time) Número de Tiempo Útil en que el equipo funciona correctamente.</p>	✓		✓		✓	
3	DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad	SI	No	SI	No	SI	No
	$M = \frac{TTR}{TD}$ <p>Donde:</p> <p>M: (MTTR) Promedio de tiempos de reparaciones correctivas.</p> <p>TTR: (Time To Repair) Tiempo que demora la reparación.</p> <p>DT: (Down Time) Número de Tiempo no operativo.</p>	✓		✓		✓	
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad en el área de mantenimiento							
1	DIMENSION 1: Eficiencia	SI	No	SI	No	SI	No
	$Eficiencia = \frac{H.H.T}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>H.H.T: Horas Hombre trabajadas por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓		✓		✓	
2	DIMENSION 2: Eficacia	SI	No	SI	No	SI	No
	$Eficacia = \frac{M.R}{H.H.P} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>M.R: Mantenimientos realizados por semana.</p> <p>H.H.P: Horas Hombre programadas por semana.</p>	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

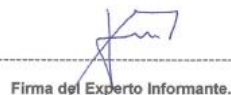
Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: ROBERTO FARFAN MARTINEZ DNI: 02617803

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL - GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima 18 de noviembre del 2018


 Firma del Experto Informante.

Anexo 6: Venta de Productos para la comercialización

Maquinaria para la Minería y Construcción	Maquinaria para la Industria y Agrícola
 <p>Excavadora sobre orugas</p>	 <p>Montacargas Eléctricos y Combustión</p>
 <p>Cargador Frontal</p>	 <p>Apiladores y Transpaletas Eléctricas</p>
 <p>Rodillo Compactador</p>	 <p>Tractores Agrícolas</p>
 <p>Camión - Volquete</p>	

Anexo 7: Venta de insumos y repuestos



Anexo 8: Servicio Técnico



Anexo 9: Servicio de Alquiler



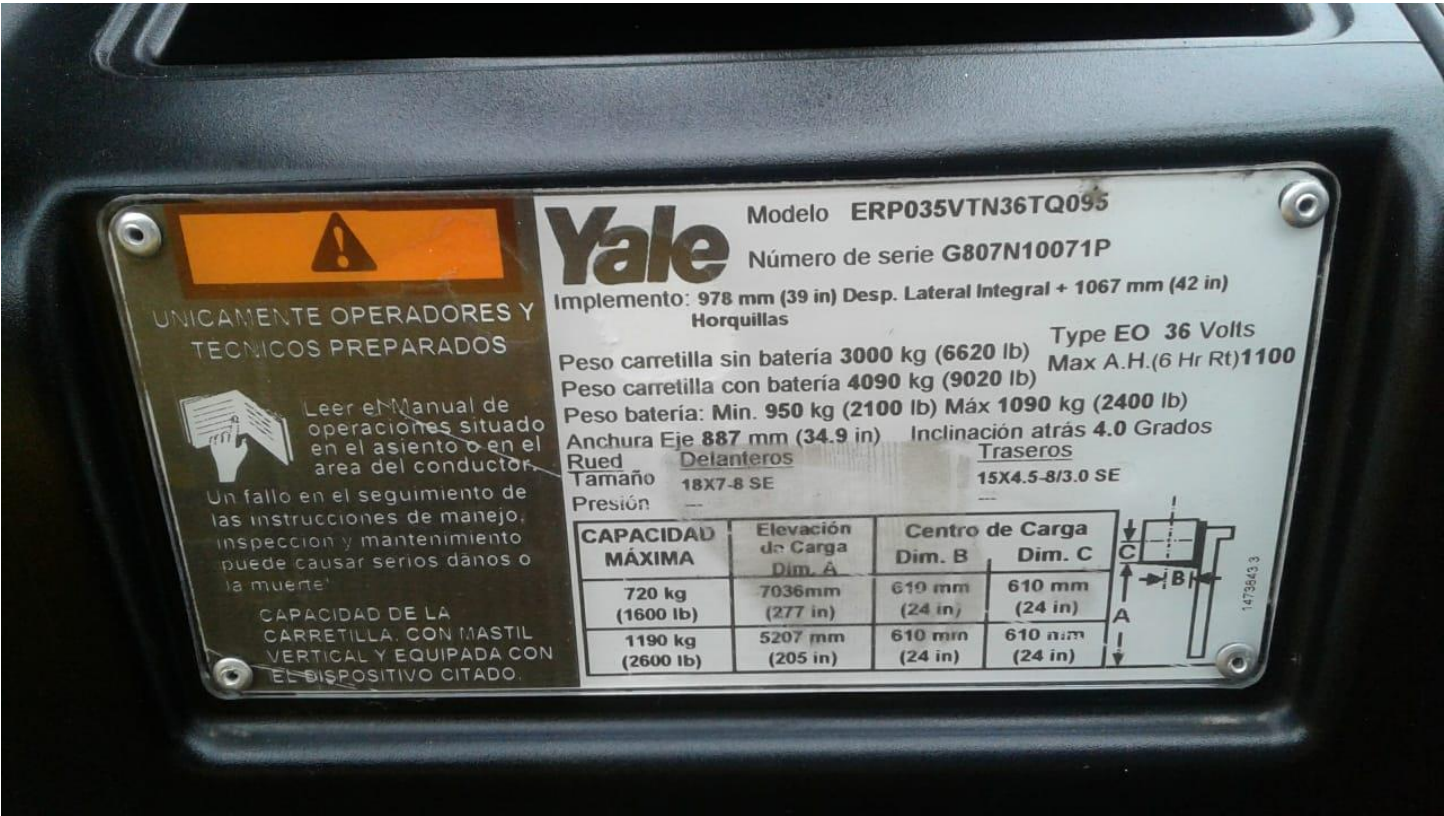
Anexo 10: Diagrama de Gantt

ITEM	CRONOGRAMA DE ACTIVIADES - MAQUIPERU S.A.	ENE 19				FEB 19				MAR 19				ABR 19				MAY 19				JUN 19			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. PLAN DE MEJORA																									
1.1.	Registrar en formato Excel las Ordenes de Trabajo																								
1.2.	Reunión con Gerencia y supervisor para establecer objetivos																								
1.3.	Analizar los modos de fallas mensuales con el supervisor y técnicos																								
1.4.	Determinar un plan estrategico de mantenimiento RCM según cada caso de maquinaria																								
1.5.	Implementar formatos de cumplimiento de mantenimientos según analisis																								
2. EJECUCION DE MEJORA																									
2.1.	Capacitar al personal técnicos y supervisor																								
2.2.	Ejecutar las tareas preventivas y predictivas del personal tecnico																								
2.3.	Supervisión de las tareas preventivas y predictivas al personal técnico																								
2.4.	Muestreo del nuevo plan de mantenimiento RCM																								
2.5.	Resultados de plan de mantenimiento RCM																								
2.6.	Seguimiento, control y mejora continua con el supervisor																								

MAQUIPERU S.A.

 CARLOS RECAVARREN B.
 APODERADO

Anexo 11: Placa de capacidades



Anexo 12: Reporte de Fallas

O / T	UNIDAD	SERIE	HOROM	FALLA REPORTADA	TRABAJO REALIZADO	TIEMPO DE ATENCION	N° DE TECNICOS	SISTEMA	MANTTO	Fecha de Inicio
86639	ERP035VT	0060P	3828	TIMON SUELTO	CAMBIO DE AMORTIGUADOR DE TIMON	04:20:00	2	GENERAL	CORRECTIVO	03-feb
87889	ERP035VT	0060P	3922	ABRAZADERA DE CILINDRO CENTRAL ROTO	CAMBIO DE ABRAZADERA DEL CILINDRO CENTRAL	00:20:00	1	HIDRAULICO	CORRECTIVO	10-feb
88024	ERP035VT	0108P	3473	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	07-feb
88304	ERP035VT	0073P	4224	FUGA DE ACEITE POR TANQUE HIDRAULICO	REAJUSTO TAPON DE DRENAJE TANQUE HIDRAULICO	01:00:00	1.00	HIDRAULICO	CORRECTIVO	21-feb
88334	ERP035VT	0084P	4234	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	06-mar
88348	ERP035VT	0100P	4369	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	15-mar
88353	ERP035VT	0060P	4195	CABINA RAJADA	REPARACION DE CABINA	01:00:00	1.00	ESTRUCTURA	CORRECTIVO	01-mar
88353	ERP035VT	0060P	4195	ABRAZADERA DE EXTINTOR ROTO	CAMBIO DE ABRAZADERA DE SOPORTE DE EXTINTOR	01:00:00	1.00	GENERAL	CORRECTIVO	01-mar
88393	ERP035VT	0073P	4598	RESPALDAR DE CARGA SUELTO	CAMBIO DE PERNOS	01:00:00	1.00	MASTIL	CORRECTIVO	17-mar
88747	ERP035VT	0077P	6404	FARO DELANTERO NO PRENDE	CAMBIO DE FOCO DERECHO	01:00:00	1.00	ELECTRICO	CORRECTIVO	06-jul
88759	ERP035VT	0096P	4726	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	20-abr
88759	ERP035VT	0096P	4726	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS DELANTERAS NUEVAS	02:00:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	20-abr
88760	ERP035VT	0073P	4919	CABINA RAJADA	REPARACION DE CABINA	01:00:00	2.00	ESTRUCTURA	CORRECTIVO	09-abr
88783	ERP035VT	0074P	5261	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	21-abr
88783	ERP035VT	0074P	5261	FUGA DE ACEITE POR MANDOS DELANTEROS	CAMBIO DE RETENES DE MANDOS DELANTEROS	04:00:00	2.00	MANDOS FINALES	CORRECTIVO	21-abr
88791	ERP035VT	0071P	5162	FUGA DE ACEITE POR CILINDRO CENTRAL	CAMBIO DE CAÑERIA	01:00:00	2.00	HIDRAULICO	CORRECTIVO	25-abr
88821	ERP035VT	0071P	5268	ARO ROTO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	2.00	LLANTAS	CORRECTIVO	03-may
88823	ERP035VT	0060P	4932	CAPOT GOLPEADO	REPARACION DE CAPOT	01:00:00	2.00	GENERAL	CORRECTIVO	03-may
88835	ERP035VT	0077P	5629	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	2.00	LLANTAS	CORRECTIVO	04-may
88835	ERP035VT	0077P	5629	FUGA DE ACEITE POR MANDOS DELANTEROS	CAMBIO DE RETENES DE MANDOS DELANTEROS	04:00:00	2.00	MANDOS FINALES	CORRECTIVO	04-may
88901	ERP035VT	0102P	4656	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS DELANTERAS NUEVAS	02:00:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	02-may
88907	ERP035VT	0071P	5222	TIMON SUELTO	REGULACION DE TIMON	01:00:00	1.00	GENERAL	CORRECTIVO	30-abr
88913	ERP035VT	0083P	4293	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	02-may
88914	ERP035VT	0073P	5092	ABRAZADERA DE CILINDRO CENTRAL SUELTO	SE COLOCOPERNOS NUEVO PARA REAJUSTAR ABRAZADE	01:00:00	2.00	GENERAL	CORRECTIVO	30-abr
88918	ERP035VT	0097P	4788	FUGA DE ACEITE POR MANDOS DELANTEROS	CAMBIO DE RETEN DE MANDO DELANTERO	04:00:00	2.00	MANDOS FINALES	CORRECTIVO	04-may
88925	ERP035VT	0108P	4685	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS DELANTERAS NUEVAS	02:00:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	12-may
88942	ERP035VT	0083P	4474	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS DELANTERAS NUEVAS	02:00:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	18-may
88944	ERP035VT	0078P	4796	LLANTAS EN MAL ESTADO	CAMBIO DE LLANTAS POSTERIORES NUEVAS	01:30:00	1.00	LLANTAS	CORRECTIVO	27-abr
88956	ERP035VT	0071P	5003	TIMON SUELTO	CAMBIO DE AMORTIGUADOR DE TIMON	01:00:00	1.00	GENERAL	CORRECTIVO	15-abr


MAQUIPERU S.A.

CARLOS RECAVARREN B.
 APODERADO

Anexo 13: Programa de mantenimiento del fabricante

Programa de mantenimiento

8000 YRM 1339

Leyenda de la Figura 6.

NOTA: ILUSTRACIÓN SÓLO COMO REFERENCIA.

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| A. MÁSTIL DE DOS ETAPAS | C. MÁSTIL DE TRES ETAPAS |
| B. MÁSTIL DE ELEVACIÓN LIBRE | D. MÁSTIL DE CUATRO ETAPAS |
| 1. PERFIL EXTERIOR | 5. GANCHO |
| 2. PERFIL INTERIOR | 6. CILINDRO DE ELEVACIÓN LIBRE |
| 3. PERFIL INTERMEDIO | 7. TRAVESAÑO |
| 4. PRIMER PERFIL INTERMEDIO | 8. TRAVESAÑO |

Programa de mantenimiento

El Programa de Mantenimiento establece los intervalos de tiempo para la inspección, lubricación y mantenimiento de su carretilla elevadora. Los intervalos de servicio están indicados tanto en horas de funcionamiento registradas en el cuentahoras de la carretilla, como en tiempo transcurrido. Se recomienda aplicar el intervalo que se produzca antes. La ubicación aproximada de los elementos indicados en el Programa de Mantenimiento se muestra en Figura 7.

El programa de mantenimiento indica los intervalos de mantenimiento máximos para el uso en condiciones normales. Si la carretilla elevadora funciona en ambientes sucios, polvorientos o húmedos, o en condiciones difíciles, efectúe las inspecciones y lubrique con una frecuencia mayor.

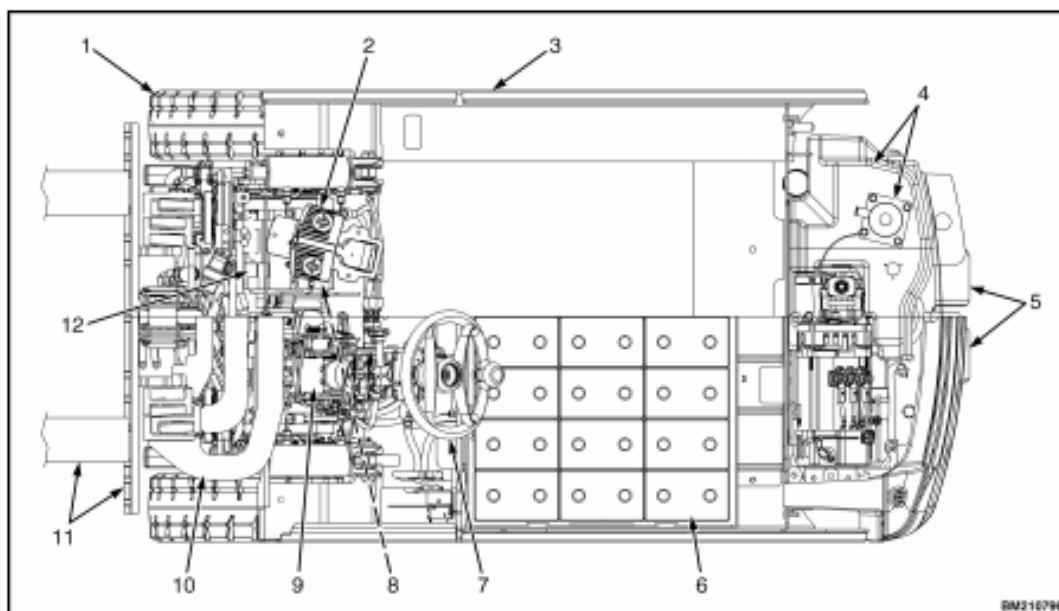


Figura 7. Puntos de mantenimiento

Nº de artículo	Elemento	8 h/díariamente	500 h o 3 meses	2000 h o 1 año	4000 h o 2 años	Procedimiento o cantidad	Especificación
1	Conjuntos del neumático y la rueda de tracción						
	Neumático y rueda	X				Compruebe el estado. Consulte NOTA 1 .	Retire cualquier objeto extraño que se haya metido en el neumático.
2	Pedales, conjunto del asiento, capó, bisagras y pestillo del capó	X				Compruebe funcionamiento/ repare si es necesario.	
			L			Lubrique lo que sea necesario.	Utilice grasa multiuso. Consulte NOTA 2 y NOTA 3 .
3	Bastidor, tapas y planchas del piso	X				Inspeccione visualmente para ver si hay daños/ repare si es necesario.	
4	Sistema hidráulico	X				Compruebe funcionamiento/ repare si es necesario.	
		X				Compruebe si hay fugas/ repare si es necesario.	
	Mangueras hidráulicas, racores de manguera y abrazaderas	X				Inspeccione si hay daños y defectos visibles. Ajuste, repare o sustituya si es necesario.	
			X			Inspeccione si hay mangueras retorcidas, aplastadas, rígidas o quemadas/ sustituya si es necesario.	
	Aceite Hidráulico	X				Compruebe si hay fugas/ repare si es necesario.	

X = Comprobar; C = Cambiar; L = Lubricar; CIL = Comprobar la luz indicadora durante el funcionamiento.
NOTA: No utilice nunca vapor para limpiar las piezas eléctricas.

Nº de artículo	Elemento	8 h/diariamente	500 h o 3 meses	2000 h o 1 año	4000 h o 2 años	Procedimiento o cantidad	Especificación
	Aceite Hidráulico Carretilla Estándar (Capacidad Total)	X			C	Cambie el aceite. 22,0 liter (5,8 gal) Capacidad total del sistema. Consulte NOTA 8 .	0 a 48°C (32 a 118°F) Aceite Hidráulico ISO VG 46
	Aceite Hidráulico Carretilla para Refrigerador/ Congelador (Capacidad Total)	X		C		Cambie el aceite. 22,0 liter (5,8 gal) Consulte NOTA 8 .	-29 a 48°C (-20 a 118°F) Aceite Hidráulico ISO VG 32 - VI ≥ 140 (Aceite de Alta Viscosidad de acuerdo con ISO 11158 L-HV)
	Aceite Hidráulico Construcción Bajo Cero (Capacidad Total)	X		C		Cambie el aceite. 22,0 liter (5,8 gal) Consulte NOTA 8 .	-40 a 22°C (-40 a 71,6°F) MIL-H-5606A
	Filtro del aceite hidráulico			C		Cambie el filtro de aceite. Consulte NOTA 3 y NOTA 8 .	Consulte el Manual de Piezas .
	Tapa del respiradero		X	C		Limpie o sustituya. Consulte NOTA 3 .	Consulte el Manual de Piezas .
5	Conjuntos del neumático y la rueda de dirección						
	Neumático y rueda	X				Compruebe el estado. Consulte NOTA 1 .	Retire cualquier objeto extraño que se haya metido en el neumático.
6	Batería	X				Compruebe el nivel. Consulte NOTA 5 . Compruebe la conexión entre la carretilla y la batería.	Utilice agua destilada. Mantenga de acuerdo con las instrucciones de servicio del fabricante.
	Sujeción de la batería	X				Compruebe el funcionamiento.	

X = Comprobar; C = Cambiar; L = Lubricar; CIL = Comprobar la luz indicadora durante el funcionamiento.
NOTA: No utilice nunca vapor para limpiar las piezas eléctricas.

N° de artículo	Elemento	8 h/diariamente	500 h o 3 meses	2000 h o 1 año	4000 h o 2 años	Procedimiento o cantidad	Especificación
7	Sistema de dirección	X				Compruebe el funcionamiento.	Efectúe las reparaciones necesarias.
		X				Compruebe que no hay fugas.	
	Sensor de posición de la dirección				X	Compruebe el conjunto del sensor y los dientes de los engranajes de la columna	sensor
	Columna de dirección telescópica				L	Lubrique	Utilice grasa para el engranaje de la dirección manual Consulte NOTA 7 .
	Pernos del accionador de dirección			X		Compruebe el par de apriete. 3 pernos.	270 N•m (200 lbf ft)
	Pernos de la placa de dirección			X		Compruebe el par de apriete. 4 pernos.	305 N•m (225 lbf ft)
8	Freno de estacionamiento automático	CIL X				Compruebe funcionamiento/ se aplica y se libera adecuadamente.	Debe mantener una carga nominal completa en una pendiente del 15%.
	Manija de anulación manual		L			Lubrique el pasador de articulación. Consulte NOTA 3 .	Utilice grasa multiuso. Consulte NOTA 2 .
9	Freno de servicio	X				Compruebe el funcionamiento.	Utilice Dexron III.
		X				Compruebe que no hay fugas.	
	Varillaje y ejes		L			Lubrique	Lubricante en spray de silicona, N/P Yale 504236201 .
	Depósito del cilindro maestro	CIL	X			Compruebe el nivel del aceite.	

X = Comprobar; C = Cambiar; L = Lubricar; CIL = Comprobar la luz indicadora durante el funcionamiento.

NOTA: No utilice nunca vapor para limpiar las piezas eléctricas.

Nº de artículo	Elemento	8 h/diariamente	500 h o 3 meses	2000 h o 1 año	4000 h o 2 años	Procedimiento o cantidad	Especificación
				C		Cambie el aceite 0,25 liter (0,26 qt)	Utilice Dexron III.
10	Mástil	X				Inspeccione si hay daños visibles/ compruebe el funcionamiento.	
	Pasadores de las articulaciones		L			Compruebe la lubricación. 2 racores. Consulte NOTA 1 .	Utilice grasa multiuso. Consulte NOTA 2 .
	Superficies deslizantes	XL	L			Lubrique según sea necesario. Consulte NOTA 1 y NOTA 4 .	Utilice grasa multiuso. Consulte NOTA 2 .
	Tornillos de casquete del soporte del mástil		X			Apriete si es necesario. Consulte NOTA 1 .	24 N•m (212 lbf in)
	Cadenas de elevación	X				Compruebe el alargamiento y lubrique. Consulte NOTA 3 y NOTA 6 .	Aceite de motor SAE 30W
			X			Compruebe el ajuste y la longitud. Consulte NOTA 3 .	
				L		Retire las cadenas para limpiar y lubricar.	Aceite de motor SAE 30W
	Mangueras del depósito superior, racores de manguera y abrazaderas	X				Inspeccione para ver si hay daños y defectos visibles. Consulte NOTA 1 .	Ajuste, repare o sustituya si es necesario.
			X			Inspeccione si hay mangueras retorcidas, aplas-	

X = Comprobar; C = Cambiar; L = Lubricar; CIL = Comprobar la luz indicadora durante el funcionamiento.
NOTA: No utilice nunca vapor para limpiar las piezas eléctricas.

Anexo14: Capacitaciones RCM



Anexo15: Mantenimientos realizados



Anexo 16: Reporte de bases de datos

Semana	N° de Montacargas	Promedio de Confiabilidad	Promedio de Mantenibilidad	% Disponibilidad
01 jul al 07 jul	20	107.67	42.50	71.70
08 jul al 14 jul	20	157.56	38.00	80.57
15 jul al 21 jul	20	95.76	38.00	71.59
22 jul al 28 jul	20	111.18	40.33	73.38
29 jul al 04 ago	20	181.55	22.50	88.97
05 ago al 11 ago	20	151.47	28.00	84.40
12 ago al 18 ago	20	136.38	21.50	86.38
19 ago al 25 ago	20	168.38	31.00	84.45
26 ago al 01 sep	20	87.84	22.00	79.97
02 sep al 08 sep	20	124.58	41.50	75.01
09 sep al 15 sep	20	74.63	23.50	76.05
16 sep al 22 sep	20	122.77	20.50	85.69
23 sep al 29 sep	20	110.00	22.33	83.12
30 sep al 06 oct	20	160.92	39.50	80.29
07 oct al 13 oct	20	162.64	44.00	78.71
14 oct al 20 oct	20	132.80	25.50	83.89
21 oct al 27 oct	20	92.96	30.33	75.40
28 oct al 03 nov	20	183.55	47.00	79.61
04 nov al 10 nov	20	181.64	24.00	88.33
11 nov al 17 nov	20	121.21	30.00	80.16
18 nov al 24 nov	20	180.64	20.50	89.81
25 nov al 01 dic	20	136.92	24.00	85.09
02 dic al 08 dic	20	87.47	15.00	85.36
09 dic al 15 dic	20	138.27	36.00	79.34
16 dic al 22 dic	20	156.45	17.00	90.20
23 dic al 29 dic	20	141.75	24.00	85.52

Semana	N° de Montacargas	Promedio de Confiabilidad	Promedio de Mantenibilidad	% Disponibilidad
30 dic al 05 ene	20	162.33	12.00	93.12
06 ene al 12 ene	20	200.91	4.80	97.67
13 ene al 19 ene	20	210.44	9.60	95.64
20 ene al 26 ene	20	271.29	4.50	98.37
27 ene al 02 feb	20	200.00	4.00	98.04
03 feb al 09 feb	20	310.29	13.50	95.83
10 feb al 16 feb	20	301.71	10.67	96.59
17 feb al 23 feb	20	296.86	4.50	98.51
24 feb al 02 mar	20	238.14	3.00	98.76
03 mar al 09 mar	20	172.22	4.50	97.45
10 mar al 16 mar	20	199.10	3.00	98.52
17 mar al 23 mar	20	223.86	3.00	98.68
24 mar al 30 mar	20	281.67	9.00	96.90
31 mar al 06 abr	20	329.00	8.67	97.43
07 abr al 13 abr	20	232.33	5.00	97.89
14 abr al 20 abr	20	249.75	2.33	99.07
21 abr al 27 abr	20	288.75	2.60	99.11
28 abr al 04 may	20	234.33	4.00	98.32
05 may al 11 may	20	213.40	9.00	95.95
12 may al 18 may	20	257.44	9.00	96.62
19 may al 25 may	20	199.00	8.00	96.14
26 may al 01 jun	20	196.67	9.00	95.62
02 jun al 08 jun	20	201.22	8.00	96.18
09 jun al 15 jun	20	245.86	6.50	97.42
16 jun al 22 jun	20	216.63	5.00	97.74
23 jun al 29 jun	20	220.00	9.00	96.07

Semana	N° de tecnicos	Mantenimientos Realizados	Horas Hombre Programadas
01 jul al 07 jul	4	21	48
08 jul al 14 jul	4	25	48
15 jul al 21 jul	4	22	48
22 jul al 28 jul	4	14	24
29 jul al 04 ago	4	18	48
05 ago al 11 ago	4	29	86
12 ago al 18 ago	4	43	98
19 ago al 25 ago	4	33	86
26 ago al 01 sep	4	39	56
02 sep al 08 sep	4	59	126
09 sep al 15 sep	4	58	180
16 sep al 22 sep	4	72	180
23 sep al 29 sep	4	56	124
30 sep al 06 oct	4	59	98
07 oct al 13 oct	4	15	24
14 oct al 20 oct	4	55	78
21 oct al 27 oct	4	43	78
28 oct al 03 nov	4	81	124
04 nov al 10 nov	4	79	124
11 nov al 17 nov	4	79	133
18 nov al 24 nov	4	59	76
25 nov al 01 dic	4	59	76
02 dic al 08 dic	4	19	48
09 dic al 15 dic	4	59	126
16 dic al 22 dic	4	23	48
23 dic al 29 dic	4	59	98

Semana	N° de tecnicos	Mantenimientos Realizados	Horas Hombre Programadas
30 dic al 05 ene	4.00	91.00	180.00
06 ene al 12 ene	4.00	67.00	124.00
13 ene al 19 ene	4.00	37.00	48.00
20 ene al 26 ene	4.00	90.00	124.00
27 ene al 02 feb	4.00	94.00	180.00
03 feb al 09 feb	3.00	49.00	86.00
10 feb al 16 feb	3.00	65.00	86.00
17 feb al 23 feb	3.00	57.00	86.00
24 feb al 02 mar	3.00	41.00	48.00
03 mar al 09 mar	4.00	93.00	126.00
10 mar al 16 mar	3.00	22.00	24.00
17 mar al 23 mar	3.00	39.00	48.00
24 mar al 30 mar	4.00	102.00	124.00
31 mar al 06 abr	3.00	69.00	78.00
07 abr al 13 abr	3.00	65.00	78.00
14 abr al 20 abr	3.00	67.00	78.00
21 abr al 27 abr	3.00	58.00	78.00
28 abr al 04 may	3.00	89.00	124.00
05 may al 11 may	4.00	101.00	124.00
12 may al 18 may	3.00	78.00	98.00
19 may al 25 may	3.00	83.00	98.00
26 may al 01 jun	4.00	106.00	126.00
02 jun al 08 jun	4.00	98.00	126.00
09 jun al 15 jun	3.00	82.00	98.00
16 jun al 22 jun	3.00	41.00	48.00
23 jun al 29 jun	3.00	81.00	98.00

MAQUIPERU S.A.

 CARLOS RECAVARREN B.
 APODERADO

Anexo 17: Cronograma de capacitaciones

TEMARIO	FECHAS	HORARIO	LUGAR	EXPOSITOR
Definición de la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad	04 ene, 01 feb, 01 mar, 05 abr, 03 may y 07 jun	8:30 a 10:30 am	Sotano de capacitaciones	Ing. Kevin Lescano
Tipos de mantenimiento Proactivos según RCM				
Análisis de modo de fallas y sus efectos				
Indicadores de Disponibilidad, Mantenibilidad y Confiabilidad				
Las siete preguntas del RCM y como interpretarlas				

Anexo 18: Informe de SPSS

Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Pruebas NPar
- Notas
- Conjunto de datos activo
- Prueba de rangos con signo
 - Título
 - Rangos
 - Estadísticos de prueba

	Empates	Total		
ProductividadPostTest - ProductividadPreTest	0 ^a	26		
Rangos negativos	0 ^a		,00	,00
Rangos positivos	26 ^b		13,50	351,00
Empates	0 ^a			
Total	26			

a. EficaciaPostTest < EficaciaPreTest
 b. EficaciaPostTest > EficaciaPreTest
 c. EficaciaPostTest = EficaciaPreTest
 d. EficienciaPostTest < EficienciaPreTest
 e. EficienciaPostTest > EficienciaPreTest
 f. EficienciaPostTest = EficienciaPreTest
 g. ProductividadPostTest < ProductividadPreTest
 h. ProductividadPostTest > ProductividadPreTest
 i. ProductividadPostTest = ProductividadPreTest

	EficaciaPostTest - EficaciaPreTest	EficienciaPostTest - EficienciaPreTest	ProductividadPostTest - ProductividadPreTest
Z	-4,460 ^b	-4,459 ^b	-4,458 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000	,000	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
 b. Se basa en rangos negativos.

10:38 10/07/2019

Anexo19: Check List Diario para Operadores

Executive Solutions Business Process Outsourcing		CHECK LIST DIARIO PRE USO MONTACARGAS ELECTRICOS - CONTRABALANCEADOS - APILADORES ELECTRICOS		CÓDIGO: 00754701-001 VERSIÓN: 01 FECHA: 12/04/2017 PÁGINA: 1 DE 1	
EMPRESA:	EXECUTIVE SOLUTIONS S.A.	ACTIVIDAD ECONÓMICA:	TERMINACIÓN		
UNIDAD DE NEGOCIO:	PRODUCTOS TIJUE DEL PERU S.A.	PLANTA:	CONSAC		
FECHA:	17/05/2019	ÁREA:			
HORIMETRO INICIAL:	10163	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	CÓDIGO DE MAQUINARIA
HORIMETRO FINAL:	10171			10171 10178	Y-03
Inspección Visual	TURNO 1 Mañana	TURNO 2 Tarde	TURNO 3 Noche	Inspección de funcionamiento	TURNO 1 Mañana
SISTEMA DE DIRECCIÓN				MOVIMIENTOS HIDRÁULICOS	TURNO 2 Tarde
Rueda de Tracción	/	/	/	* Movimientos laterales	
Rueda de Dirección	/	/	/	* Movimientos de elevación	/
Rueda de Carga (Apilador FB) 2 piso	NA	NA	NA	* Movimientos de inclinación	/
Rueda Caster (Apilador FB) 2 piso	/	/	/	* Movimientos de dirección	/
Rueda Motriz (Apilador FB) 2 piso	/	/	/	* Cadenas se encuentran en buen estado	/
SISTEMA HIDRÁULICO				SISTEMA DE FRENSO	TURNO 3 Noche
Nivel de aceite hidráulico	/	/	/	* El freno funciona correctamente	/
* No se visualiza pérdida de aceite hidráulico etc	/	/	/	Pedal de freno en buen estado	/
BATERÍA				SISTEMA ELÉCTRICO	
Conector de la batería	/	/	/	Display se encuentra en buen estado	/
Manijas de desfogue / tapas / empalmes están en buen estado	/	/	/	Chapa y llave de contacto en buen estado	/
Nivel de líquido de baterías	PD	NA	NA	* Interruptor de marcha hacia adelante / marcha atrás buen estado	/
Batería en buen estado	/	/	/	Luzes delanteras	/
* Batería a 75% nivel de batería	/	/	/	Luzes posteriores	/
ACCESORIOS				Luz de retroceso de peligro (color azul)	/
* Mosquitera (segunda operación)	/	/	/	Funciona al cizón / botón de bocina del tejadillo	/
El extintor tiene seguro/carga vigente	/	/	/	Alarma de retroceso	/
Base del extintor se encuentra en buen estado	/	/	/	* Interruptor de emergencia	/
Estado del chasis (raspones, heriduras, golpes)	/	/	X	Circulina en buen estado	/
Espesores laterales o central en buen estado	/	/	/		
* Cinturón de seguridad	/	/	/		
El asiento está en buen estado	/	/	/		
Cualquiera de los ítem resaltados con Rojo (*) de encontrarse No Conformes, el equipo no será operado hasta su reparación.					
Leyenda: v: CONFORME x: NO CONFORME NA: NO APLICA					
N° DE TURNO	OBSERVACIONES DE FALLA EN MAQUINA DURANTE OPERACIÓN			REPORTE DE SERVICIO	
1er turno	las montas delanteras están sin cocada RASPONES PARTE TRASERA - BOTA ACEITE				
ELABORADO POR:	TURNO 1 MAÑANA	TURNO 2 TARDE	TURNO 3 NOCHE		
Firma del Operador:	Hector Hurtado		Alex Campos		
Nombres:					
Apellidos:					
VISADO POR:	TURNO 1 MAÑANA	TURNO 2 TARDE	TURNO 3 NOCHE		
Firma del Supervisor:	José María				
Nombres y Apellidos:					
Si el equipo es encontrado con necesidad de ser reparado o con cualquier condición insegura, esto debe ser reportado inmediatamente al supervisor y no debe ser operado hasta que haya sido restaurado a una condición de operación segura. "NO HAGA REPARACIONES o ajustes de ningún tipo al equipo"					

Anexo 20: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis y pantallazo Turnitin

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **Romel Darío Bazán Robles**, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisar (a) de la tesis titulada:

"APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MAQUIPERU S.A., SAN LUIS 2019", del estudiante **Jean Carlos Otero Lora** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrita(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 21 de septiembre del 2019


.....
Mg. Romel Darío Bazán Robles
DNI: 41091024
.....

 Borrador DIRECCIÓN DE Investigación	Revisó  DIRECCIÓN DE Investigación	 Vice Rectorado de Investigación
---	---	---



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la
productividad en el área de mantenimiento de
la empresa Maquiperu S.A., San Luis, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR: (0000-0001-7264-6466)

Juan Carlos Otero Lora

ASESOR: (0000-0002-9529-8310)

Mg. Ing. Karen Dario Huan Robles

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

EMBA-FERÉ

2019

[Handwritten signature]
21/04/19



Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	8 %	>
	Fuente de Internet		
2	Entregado a Universidad...	5 %	>
	Trabajo del estudiante		
3	es.scribd.com	1 %	>
	Fuente de Internet		
4	www.gdmtechusa.com	1 %	>
	Fuente de Internet		
5	docplayer.es	1 %	>
	Fuente de Internet		
6	Entregado a Universidad...	1 %	>
	Trabajo del estudiante		

Anexo 21: Autorización de Publicación de Tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Jean Carlos Otero Lora** identificado con DNI N° **43619748**, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (X). No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la Productividad en el Área de Mantenimiento de la Empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019** en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33


 Jean Carlos Otero Lora

DNI : 43619748

Fecha : 30/01/2020

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN				 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	
Ejecutor	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del IGC	Revisó	Investigación

Anexo 22: Autorización de versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE
INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Mg. Romel Dario Bazán Robles

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Jean Carlos Otero Lora

INFORME TITULADO:

"APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA
EMPRESA MAQUIPERU S.A., SAN LUIS 2019"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA : 10/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)

Mg. Romel Dario Bazán Robles